

**KEAMANAN PANGAN PRODUK  
JAMBAL ROTI IKAN MANYUNG (*Arius thalassinus* Ruppell)  
YANG TERPAPAR SIPERMETRIN**

**PROPOSAL PENELITIAN DISERTASI**



**OLEH :  
NURSINAH AMIR  
NIM. 117080100111004**

**PROGRAM STUDI ILMU PERIKANAN DAN KELAUTAN  
MINAT TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

**PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2014**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal rencana disertasi dengan judul **“KEAMANAN PANGAN PRODUK JAMBAL ROTI IKAN MANYUNG (*Arius thalassinus* Ruppell) YANG TERPAPAR SIPERMETRIN”** sebagai bahan ujian proposal untuk menyelesaikan Program Doktor pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Dalam proposal ini dipaparkan tentang permasalahan, tujuan, kerangka konsep dan kerangka operasional serta tahapan penelitian terkait judul penelitian yang diusulkan. Penulis menyadari dalam proposal ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat diharapkan guna perbaikan dan penyempurnaan proposal ini.

Malang, Nopember 2014

Penulis

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Ikan merupakan produk pangan yang mempunyai nilai nutrisi bagi manusia. Adawyah (2008), mengemukakan bahwa sebagai bahan makanan, ikan mengandung protein yang tinggi yaitu sekitar 20% dan tersusun oleh asam-asam amino yang mendekati pola kebutuhan asam amino dalam tubuh manusia sebagai zat pembangun sel. Mengandung asam lemak tak jenuh yang baik bagi kecerdasan dan kesehatan, mengandung sejumlah mineral seperti K, Cl, P, S, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Y dan berbagai vitamin A, B12, D, E, dan K yang baik bagi metabolisme dan kesehatan tubuh. Disamping itu, daging ikan mudah dicerna oleh tubuh karena mengandung stroma rendah.

Ikan termasuk komoditi yang mudah busuk karena kandungan air yang cukup tinggi (80%) pada tubuhnya. Proses pembusukan ikan dapat disebabkan oleh aktivitas enzim yang terdapat di dalam tubuh ikan sendiri, aktivitas mikroorganisme, atau proses oksidasi pada lemak tubuh ikan oleh oksigen dari udara. Aktivitas mikroorganisme terdapat dalam seluruh lapisan daging ikan, terutama bagian insang, isi perut dan kulit (lendir). Aktivitas mikroorganisme tersebut dibantu enzim. Beberapa enzim pada mulanya berfungsi sebagai katalisator proses-proses metabolik berubah fungsi menjadi penghancur jaringan tubuh ikan. Pembusukan pada ikan menimbulkan perubahan seperti bau busuk, daging kaku, sorot mata pudar, serta adanya lendir pada insang maupun tubuh bagian luar (Afrianto dan Liviawaty, 1989).

Proses pembusukan ini dapat menghambat pemasaran ikan, sehingga tidak jarang menimbulkan kerugian besar terutama di saat produksi melimpah. Diperlukan proses pengolahan dan pengawetan untuk melindungi ikan dari

pembusukan atau kerusakan. Beberapa proses pengolahan dan pengawetan yang umum dilakukan oleh nelayan adalah pengolahan dengan suhu rendah dan suhu tinggi, penggaraman, pengeringan, pemindangan, pengasapan, dan lain-lain (Adawyah, 2008).

Penggaraman merupakan cara pengawetan yang sudah lama dilakukan nelayan. Pada proses ini, pengawetan dilakukan dengan cara mengurangi kadar air dalam tubuh ikan sampai titik tertentu, sehingga bakteri tidak dapat hidup dan berkembang lagi. Selama proses penggaraman berlangsung, terjadi penetrasi garam ke dalam tubuh ikan dan keluarnya cairan dari tubuh ikan karena perbedaan konsentrasi. Lama kelamaan, kecepatan proses pertukaran garam dan cairan semakin lambat dengan menurunnya konsentrasi garam di luar tubuh ikan dan meningkatnya konsentrasi garam di dalam tubuh ikan. Bahkan pertukaran garam dan cairan tersebut berhenti sama sekali setelah terjadi keseimbangan. Penggaraman ikan biasanya diikuti dengan pengeringan untuk menurunkan kadar air dalam daging ikan sehingga cairan semakin kental dan proteinnya akan menggumpal (Afrianto dan Liviawaty, 1989). Produk yang dihasilkan dari proses penggaraman yang diikuti dengan pengeringan adalah ikan asin kering. (Adawyah, 2008).

Salah satu produk ikan asin kering yang banyak diminati dan memiliki tempat tersendiri bagi penggemar ikan asin adalah jambal roti. Jambal roti umumnya dibuat dari Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell). Ciri khas jambal roti antara lain aroma harum yang disebabkan adanya degradasi protein dan lemak yang menghasilkan senyawa metil keton, butiraldehid, asam amino, dan senyawa lainnya. Selain itu kandungan asam amino nitrogen yang tinggi mempengaruhi cita rasa jambal roti. Kekhasan

lainnya adalah tekstur empuk dan kompak sebagai hasil kerja enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Rahayu *et al.*, 1992). Di antara berbagai jenis ikan asin, jambal roti tergolong mahal harganya. Harga jambal roti berkisar Rp. 65.000 - Rp. 85.000/kg, bahkan bias menembus harga Rp. 95.000 - Rp. 125.000/kg.

Akhir-akhir ini, sering beredar berita tentang penggunaan bahan kimia berbahaya pada industri penanganan dan pengolahan hasil perikanan di Indonesia. Pengolah maupun pedagang ikan asin kering mengambil jalan pintas menggunakan bahan kimia untuk mencegah pembusukan. Hal ini dilakukan pengolah ikan asin kering dengan alasan untuk mengurangi kerugian. Salah satu bahan kimia yang digunakan adalah pestisida. Pestisida pada dasarnya digunakan untuk mengendalikan hama, penyakit dan gulma pengganggu pada kegiatan pertanian. Tetapi oleh pengolah hasil perikanan digunakan untuk memperpanjang daya simpan produk. Penggunaan pestisida bisa berdampak dengan adanya residu pada produk.

Keberadaan residu pestisida berdampak pada ketidakamanan pangan yang apabila dikonsumsi oleh manusia dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Mengonsumsi zat kimia beracun yang sifatnya terakumulasi pada dosis rendah dalam jangka waktu lama akan menyebabkan gangguan kesehatan yang umumnya terbentuk keracunan kronis yang tidak segera terasa sehingga menimbulkan bahaya yang lebih besar. Dampak secara tidak langsung dirasakan oleh manusia, oleh adanya penumpukan pestisida berbentuk gangguan metabolisme enzim asetilkolinesterase (AChE), bersifat karsinogenik yang dapat merangsang sistem syaraf menyebabkan parestesia peka terhadap

perangsangan, iritabilitas, tremor, terganggunya keseimbangan dan kejang-kejang (Anggrahini, 1997).

Mutiatikum dan Isnawati (2003) mengemukakan bahwa paparan residu pestisida dapat menimbulkan keracunan akut dan kronis. Keracunan kronis dapat terjadi akibat penyerapan secara terus menerus dalam jangka waktu panjang bahkan kadang-kadang selama hidup, walaupun dalam dosis sangat rendah (residu). Biasanya keracunan kronis tidak disertai tanda-tanda yang jelas, tetapi akibatnya dapat menyebabkan kerusakan sel-sel hati. Faktor yang berperan pada keracunan jenis ini adalah sifat kumulatif pestisida. Residu terakumulasi dalam lemak yang mengakibatkan kerusakan hati dan ginjal.

Afriyanto (2008) mengemukakan bahwa bahan-bahan racun pestisida masuk ke dalam tubuh organisme berbeda-beda menurut situasi paparan. Bahan kimia dari kandungan pestisida dapat meracuni sel-sel tubuh karena kemampuannya menumpuk (akumulasi) dalam lemak yang terkandung dalam tubuh. Efek bahan kimia dari kandungan pestisida dalam jangka pendek menyebabkan nekrosis hati (kematian sel), inflamasi sel-sel, gagal ginjal akut. Dalam jangka panjang mengakibatkan sirosis hati, kanker ginjal atau kanker kandung kemih.

Penelitian mengenai keamanan pangan yang terpapar residu pestisida pada hasil pertanian dan peternakan telah banyak dilakukan. Mutiatikum, *et.al.* (2002) menganalisis residu pestisida piretrin dalam tomat dan selada dari beberapa pasar di Jakarta. Tomat dan selada yang disampling dari pasar induk, pasar tradisional, pasar swalayan dan hypermarket yang berada di wilayah Jakarta, tidak mengandung residu pestisida piretrin. Atmawidjaja, *et.al.* (2004) meneliti tentang pengaruh perlakuan terhadap kadar residu pestisida metidation

pada tomat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pencucian menggunakan detergen pencuci, residu awal 0,86 mg/kg bisa direduksi menjadi 0,07 mg/kg, dengan pencucian menggunakan air suling direduksi menjadi 0,08 mg/kg dan dengan perebusan bisa direduksi menjadi 0,15 mg/kg. Susilowati (2006), meneliti tentang residu pestisida sipermetrin secara GC pada beras C4 yang dijual bebas di pasar di Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman Yogyakarta. Beras C4 dari pasar Gentan mengandung residu sipermetrin 0,07 ppm, dari pasar Rejodani 0,05 ppm, masih dibawah BMR yang diizinkan oleh DEPKES yaitu 5 ppm. Sinulingga (2006), mengemukakan adanya residu pestisida golongan organoklorin dengan bahan aktif Gamma BHC, Aldrin dan endosulfan pada sampel wortel. Dimana residu dari bahan aktif Aldrin telah melampaui BMR sesuai dengan SK bersama Menkes dan Mentan. Miskiyah dan Munarso (2009), tentang kontaminasi residu pestisida pada cabai merah, selada, dan bawang merah. Residu pestisida golongan organoklorin lebih dominan, diikuti dengan golongan organofosfat dan karbamat untuk semua jenis sampel sayuran yang diamati baik di tingkat petani, pedagang, dan pasar swalayan. Kandungan residu pestisida masih di bawah ambang batas maksimum residu (BMR) pestisida. Loekman, *et.al.* (2010), meneliti tentang penentuan sipermetrin dan permetrin sebagai residu pestisida dalam kubis secara HPLC. Terdeteksi sipermetrin 2,08 mg/kg, permetrin tidak terdeteksi. Harsojo dan Chairul (2011) tentang kandungan mikroba patogen, residu insektisida organophosfat dan logam berat dalam sayuran. Terdapat residu insektisida diazinon yang telah melebihi ambang batas pada sayur kacang panjang yaitu 4,32 ppm, dimana BMR sebesar 0,015 ppm. Paul, *et.al* (2012), meneliti keberadaan residu dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) dan metabolitnya pada biji kakao dari tiga

zona ekologi kakao di Nigeria. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, 70% biji kakao dari Ondo memiliki residu DDT, 10% biji kakao dari Cross River dan 10% biji kakao dari Ogun memiliki residu DDT. Namun, konsentrasi DDT sebagian besar berada di bawah batas maksimum residu DDT dalam biji kakao yang ditetapkan oleh Uni Eropa.

Indraningsih dan Sani (2005) tentang residu pestisida dalam susu segar dan pakan dari beberapa daerah di Jawa. Terdeteksi residu pestisida dari golongan organoklorin (OC) dan organophosfat (OP) pada susu segar dari Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Susu segar dari propinsi Jawa Tengah memiliki total residu pestisida tertinggi (13,15 ppb) dibanding Jawa Barat (11,15 ppb) dan Jawa Timur (1,06 ppb). Residu OP dalam susu segar terlihat lebih tinggi dibanding residu organoklorin di propinsi Jawa Tengah (10,65 ppb vs 2,5 ppb) dan Jawa Barat (5,93 ppb vs 5,22 ppb), namun tidak terdeteksi di Jawa Timur. Kondisi yang sama juga terlihat pada pakan ternak dimana total residu pestisida secara berurutan mencapai 186,25 ppb (Jawa Tengah), 134,57 ppb (Jawa Barat) dan 54,82 ppb (Jawa Timur). Residu OP dalam pakan ternak terdeteksi lebih tinggi daripada OC untuk ketiga propinsi tersebut, yang secara berurutan adalah Jawa Barat (129,18 ppb vs 5,39 ppb), Jawa Tengah (97,86 ppb vs 88,39 ppb) dan Jawa Timur (52,72 ppb vs 2,1 ppb). Namun cemaran OC dalam pakan ternak masih cukup tinggi di propinsi Jawa Tengah yang mencapai 88,39 ppb. Isnawati dan Mutiatikum (2005), mengemukakan adanya residu pestisida organoklorin pada daging sapi yang berasal dari Bandung, yaitu alfa-endosulfan dan beta-endosulfan dengan kadar masing-masing 0,0284 mg/kg dan 0,0249 mg/kg, masih di bawah BMR dan nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*) untuk endosulfan. Indraningsih dan Sani (2006) meneliti tentang residu pestisida



dalam jaringan otak sapi perah di Lembang Jawa Barat. Terdeteksi residu pestisida dari golongan organoklorin (OC) 5,1 ppb dan organophosfat (OP) 22,7 ppb pada jaringan otak sapi perah. Darko dan Acquah (2007) mengemukakan adanya residu organoklorin pada semua sampel daging sapi dari tempat pemotongan hewan Kumasi dan Buoho di Ghana. Konsentrasi rata-rata lindan dalam sampel lemak daging sapi Kumasi dan Buoho masing-masing adalah 4,03 µg/kg dan 1,79 µg/kg. Konsentrasi rata-rata lindan dalam daging dari Kumasi dan Buoho masing-masing adalah 2,07 µg/kg dan 0,60 µg/kg. Konsentrasi endosulfan dalam lemak daging dari Buoho adalah 2,28 µg/kg dan 0,59 µg/kg pada daging sapi. 1,1-dikloro-2,2-bis (p-dichlorodiphenyl) etilen (DDE) diperoleh rata-rata konsentrasi 118,45 µg/kg pada lemak dan 42,93 µg/kg pada daging sapi dari Kumasi. Sampel lemak daging sapi dari Buoho memiliki konsentrasi DDE dari 31,89 µg/kg dan 5,86 µg/kg dalam daging sapi. konsentrasi 1, 1, 1-trikloro-2, 2-bis-(4'-klorofenil) etana (DDT) rata-rata 545,22 µg/kg dalam lemak daging sapi dan 18,85 mg / kg dalam sampel daging sapi dari Kumasi. Konsentrasi rata-rata DDT lemak daging sapi dari Buoho adalah 403,82 µg/kg, tetapi konsentrasi untuk DDT pada sampel daging dari lokasi pengambilan sampel yang sama adalah 10,82 µg/kg. Sebagian besar residu organoklorin yang terdeteksi, berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh FAO / WHO, tetapi bioakumulasi residu ini kemungkinan akan menimbulkan masalah kesehatan pada organisme tingkat tinggi seperti manusia.

Untuk hasil perikanan, Pazou, *et. al.* (2006) mengemukakan bahwa, ikan yang tertangkap di sungai Ouémé Republik Bénin, terkontaminasi residu pestisida golongan organoklorin. Afful, *et. al.* (2010) meneliti keberadaan residu pestisida Organoklorin pada ikan yang diambil dari lembah sungai Densu,

Ghana. Terdapat 14 jenis organoklorin yang berhasil diidentifikasi dengan konsentrasi 0,3 – 71.3 µg/kg dibawah batas maksimum residu yang ditetapkan di Australia untuk ikan air tawar segar yaitu 50 – 1000 µg/kg.

Said (2009) mengemukakan adanya residu pestisida pada ikan asin kering di pasar tradisional Makassar. Residu pestisida yang ada pada sampel ikan asin kering di pasar Pabaeng-baeng adalah 0,0153 ppb, pasar Terong 0,0339 - 0,3586 ppb dan pasar daya 0,2413 ppb.

Produk jambal roti yang terbuat dari ikan manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) di daerah Lamongan terdeteksi mengandung residu pestisida berbagai bahan aktif dari golongan organoposfat, organoklorin, karbamat dan phyretroid. Dari beberapa bahan aktif tersebut, residu tertinggi diperoleh pada sipermetrin sebesar 2,124 mg/kg. Residu sipermetrin ini jauh di atas Batas Maksimum Residu (BMR) pestisida yang diperbolehkan berdasarkan SNI dan CAC.

Sipermetrin adalah jenis bahan aktif pada kelompok pyrethroid, yang pertama kali disintesis pada tahun 1974. Sari, dkk. (2012) menambahkan bahwa struktur kimia sipermetrin mengandung α-siano-3-fenoksibensil. Pyrethroid adalah racun axonik, yaitu beracun terhadap serabut syaraf. Senyawa ini berbahaya bagi manusia karena merupakan racun yang menyerang sistem saraf dan organ yang berhubungan dengan tempat bahan kimia memasuki tubuh, menekan sistem kekebalan tubuh dan menghambat pembentukan antibodi terhadap penyakit yang disebabkan oleh mikroba.

Penelitian keamanan pangan yang terpapar residu sipermetrin untuk produk ikan asin kering masih jarang dilakukan, sementara keberadaannya dalam produk berdampak ketidakamanan pangan yang mengakibatkan gangguan kesehatan pada manusia.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai “***Keamanan Pangan Produk Jambal Roti Ikan Manyung (Arius thalassinus Ruppell) Yang Terpapar Residu Sipermetrin***”.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa kadar residu sipermetrin yang terkandung dalam produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)?
2. Pada tahap mana dilakukan pemakaian sipermetrin di proses pengolahan produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)?
3. Bagaimana pengaruh paparan sipermetrin terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*)?
4. Apakah perlakuan yang diberikan dapat menurunkan kadar residu sipermetrin dalam produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui tingkat keamanan pangan produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) ditinjau dari sudut kandungan residu sipermetrin. Secara khusus bertujuan untuk :

1. Mengetahui kadar residu sipermetrin yang terkandung dalam produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)
2. Mengetahui penggunaan sipermetrin pada proses pengolahan produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)
3. Mengetahui pengaruh paparan sipermetrin terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*)

4. Mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar sipermetrin pada jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1. Manfaat Teoritis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan positif untuk menghentikan penggunaan pestisida oleh pelaku usaha perikanan sehingga produk jambal roti dan hasil perikanan lainnya terbebas dari cemaran pestisida dan aman untuk dikonsumsi konsumen atau masyarakat.

#### **1.4.2. Manfaat Praktis**

Hasil penelitian ini diharapkan dimanfaatkan oleh :

1. Pelaku usaha perikanan dalam menjaga keamanan produk ikan asin kering
2. Departemen Kelautan dan Perikanan dan Dinas Perikanan dan Kelautan dalam membuat kebijakan pengawasan keamanan produk perikanan laut khususnya ikan asin kering
3. Lembaga-lembaga non-pemerintah dalam pengawasan keamanan pangan produk perikanan
4. Konsumen

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)

Ikan manyung adalah ikan laut yang biasa ditangkap dan diolah sebagai ikan asin yang disebut jambal roti. Ikan ini adalah anggota bangsa ikan berkumis (*Siluriformes*), famili *Ariidae*. Ikan manyung mempunyai nama yang berbeda-beda berdasarkan daerahnya. Daerah Jawa dikenal dengan ikan manyung. Jawa barat atau Jakarta ikan Manyung, manyung kerbi atau duri utik. Sedangkan daerah Sumatera selatan adalah ikan gagak putih, Riau adalah duri padi atau duri utek, Kalimantan Barat adalah gugup dan daerah Sulawesi selatan adalah barukang, dengan nama latin adalah *Arius thalassinus* (Zainuddin, 2010).

Menurut Saanin (1984), klasifikasi ikan manyung adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Phylum : Chordata

Sub Phylum : Vertebrata

Kelas : Pisces

Sub Kelas : Teleostei

Ordo : Ostariophysi

Sub Ordo : Siluroidea

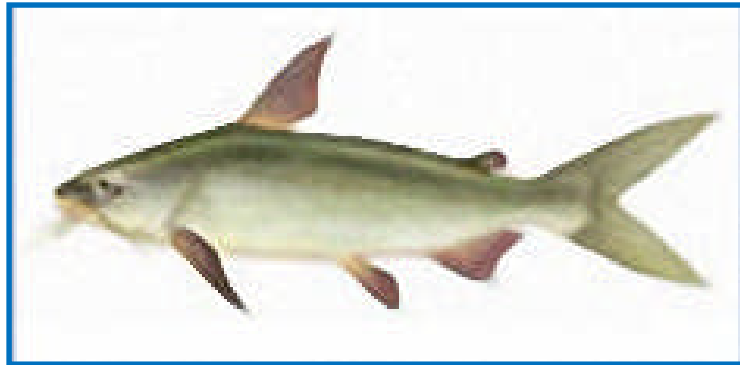
Famili : Ariidae

Genus : *Arius*

Spesies : *Arius Thalassinus* Ruppell

Ikan manyung mempunyai bentuk badan kombinasi dengan kepala depres dan tubuh kompres. Ikan ini mempunyai sirip lengkap yaitu *sirip dorsal*, *ventral*, *pectoral*, *anal*, dan *caudal*. Ciri khusus ikan ini adalah adanya *adifose fin* yaitu sirip tambahan yang berupa lemak yang terletak di belakang sirip *dorsal*

dan tidak berhubungan, serta terletak berhadapan dengan sirip anal. Panjang ikan manyung ini berkisar antara 25-70 cm bahkan dapat mencapai 150 cm (Gambar 1) (Ridwan dan Brojo, 1985).



Gambar 1. Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)  
(<http://www.fishthailand.co.uk.>)

Djuhanda (1981) mengemukakan bahwa *Arius thalassinus* mempunyai duri pada sirip dada dan sirip punggung depan. Sirip punggung belakang bentuknya kecil dan tidak berjari sirip yang dinamakan sirip lemak. Sungut ada tiga pasang yaitu dua pasang pada rahang bawah dan satu pasang pada rahang atas serta langit-langit bergigi, dan memakan udang, moluska serta ikan kecil lainnya. Ikan Manyung hidup di perairan estuari dan laut. Kebanyakan ikan ini hidup di dua habitat, yaitu mula-mula di air tawar lalu beruaya ke perairan estuari untuk memijah. Ruaya ikan Manyung ini sampai ke laut lepas. Ikan Manyung dapat dikelompokkan sebagai ikan demersal besar.

Ciri khusus dari ikan ini adalah adanya *adipose fin*, yaitu sirip tambahan berupa lemak yang terletak dibelakang sirip dorsal dan tidak berhubungan. Sirip punggung, dada, dan dubur masing-masing berjari keras satu dan mengandung bisa. Sirip lengkap yaitu sirip *dorsal*, *ventral*, *pektoral*, *anal*, dan *caudal*. Mulut tidak dapat disembulkan dengan posisi mulut terminal. Linea literalis lengkap

berada di permukaan kulit, karena tidak mempunyai sisik dan berada di atas sirip pectoral. Warna merah sawo atau merah sawo keabuan bagian atas, putih merah maya-maya bagian bawah. Sisip-siripnya (punggung, dubur) ujungnya gelap. Jenis ikan ini dapat berukuran besar. Umumnya tertangkap pada ukuran 250-700 mm dan dapat mencapai panjang 1500 mm. Berat ikan Manyung berkisar antara 190-4500 gram pada panjang 195-580 mm, dan 553-5000 gram pada panjang 280-600 mm.

Ikan manyung adalah salah satu ikan dasar (*demersal*) yang dapat hidup di air tawar, estuaria, dan air laut. Kebanyakan ikan ini mula-mula hidup di air tawar lalu beruaya ke perairan estuaria untuk memijah. Dalam ruayanya ini ikan manyung dapat mencapai ke perairan lepas . Penyebaran ikan manyung di Indonesia adalah laut bebas sumatera, selatan jawa, selat malaka, timur sumatera, utara jawa, bali-nusa tenggara, selatan dan barat Kalimantan, timur Kalimantan, selatan sulawesi, utara sulawesi dan maluku. Ikan Manyung di Indonesia ini banyak ditemukan hampir di seluruh perairan pantai Indonesia terutama pada pantai yang ada muara sungainya (*estuari*), yaitu pada dasar perairan muara sungai menuju laut pada kedalaman 20-100 m (Burhanuddin *et.al.*, 1987).

Produksi ikan Manyung dari tahun 1993-2002 mengalami peningkatan, yaitu dari 2886 ton pada tahun 1993 sampai 4098 ton pada tahun 2002 (Tabel 1) (Direktur Jendral Perikanan, 2002). Pada tahun 2009, produksi ikan Manyung di pantai Utara Jawa Timur mencapai 12.216 Ton dan di Pantai selatan Jawa Timur sebesar 543 Ton (Statistik Perikanan Tangkap Indonesia, 2009).



Tabel 1. Produksi Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) Di Indonesia Tahun 1993-2002

Tahun	Jumlah (ton)
1993	2886
1994	3080
1995	3293
1996	3384
1997	3613
1998	3724
1999	3682
2000	3807
2001	3940
2002	4098

Sumber : Direktorat Jendral Perikanan (2002)

Komposisi kimia pada ikan sangat bervariasi tergantung dari jenis ikan, jenis kelamin, kematangan seksual, umur, musim penangkapan dan habitat. Ikan manyung termasuk ikan berlemak rendah dan berprotein tinggi. Komposisi kimia Ikan Manyung per 100 g, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) per 100 g

Komposisi Kimia	Jumlah
Protein	12.7-21.2 g
Lemak	0.2-2.9 g
Kadar air	75.1-81.1 g
Abu	0.9-1.6 g
Karbohidrat	0.4-0.6 g
Kalsium	14.0-98.0 g
Fosfor	148.0-440.0 mg
Magnesium	34.0 mg
Vitamin A	96.0 IU
Vitamin C	0.0-11.7 mg
Thiamin	40.0-80.0 mg
Riboflavin	80.0-197.0 mg
Niacin	0.5-4.5 mg
Vitamin B12	2.2-2.5 mg

Sumber : Wheaton dan Lawson (1985) dalam Murtodho (2005)

## 2.2. Jambal Roti

Ikan asin adalah bahan makanan yang terbuat dari daging ikan yang diawetkan dengan menambahkan banyak garam. Dengan metode pengawetan ini daging ikan yang biasanya membusuk dalam waktu singkat dapat disimpan di suhu kamar untuk jangka waktu berbulan-bulan, walaupun biasanya harus ditutup rapat. Beraneka jenis ikan yang biasa diasinkan, baik ikan darat maupun ikan laut. Ikan-ikan ini dikumpulkan dalam suatu wadah dan lalu ditaburi atau direndam dalam larutan garam pekat. Ikan-ikan yang besar biasanya dibelah atau dipotong-potong lebih dulu agar garam mudah meresap ke dalam daging.

Karena perbedaan kepekatan dan tekanan osmosis, kristal-kristal garam akan menarik cairan sel dalam daging ikan keluar dari tubuhnya. Sementara itu partikel garam meresap masuk ke dalam daging ikan. Proses ini berlangsung hingga tercapai keseimbangan konsentrasi garam di luar dan di dalam daging. Konsentrasi garam yang tinggi dan menyusutnya cairan sel akan menghentikan proses autolisis dan menghambat pertumbuhan bakteri dalam daging ikan.

Jambal roti merupakan salah satu jenis ikan asin yang cukup dikenal di Indonesia, khususnya pulau Jawa. Jambal roti merupakan produk hasil fermentasi garam yang dibuat dari ikan manyung (*Arius Thallasinus*). Istilah jambal roti digunakan karena karakter tekstur dagingnya yang mudah hancur setelah digoreng seperti roti panggang dengan aroma yang khas (Burhannudin *et al.*, 1987).

Ciri khas jambal roti antara lain aroma harum yang disebabkan adanya degradasi protein dan lemak yang menghasilkan senyawa metil keton, butiraldehid, asam amino, dan senyawa lainnya. Selain itu kandungan asam amino nitrogen yang tinggi mempengaruhi cita rasa jambal roti. Kekhasan

lainnya adalah tekstur empuk dan kompak sebagai hasil kerja enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Rahayu *et al.*, 1992).

Proses pengolahan ikan asin jambal roti ini meliputi penggaraman, fermentasi, dan pengeringan yang mempengaruhi kualitas aroma dan tekstur dari produk. Proses fermentasi merupakan faktor paling menentukan karena pada tahap ini terjadi prekursor cita rasa dan aroma khas jambal roti tersebut yang ditimbulkan oleh pertumbuhan mikroorganisme. Rahayu, *et. al.* (1992) mengemukakan bahwa pada pembuatan ikan asin jambal roti melibatkan proses fermentasi. Proses fermentasi yang dilakukan pada ikan mengakibatkan terjadinya reaksi proteolitik yang merupakan proses penguraian secara biologis terhadap senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan terkontrol. Selama proses fermentasi, protein ikan akan terhidrolisis menjadi asam amino dan peptida, kemudian asam-asam amino akan terurai lebih lanjut menjadi komponen-komponen lain yang berperan dalam pembentukan cita rasa produk.

### **2.3. Tikus Putih (*Rattus norvegicus*)**

Hewan percobaan atau hewan laboratorium adalah hewan yang sengaja dipelihara dan ditenakan untuk dipakai sebagai hewan model guna mempelajari dan mengembangkan berbagai macam bidang ilmu dalam skala penelitian atau pengamatan laboratorik. Penggunaan hewan percobaan untuk penelitian banyak dilakukan di bidang fisiologi, farmakologi, biokimia, patologi, dan komparatif zoologi. Di bidang ilmu kedokteran selain untuk penelitian, hewan percobaan juga sering digunakan sebagai keperluan diagnostik. Berbagai jenis hewan yang umum digunakan sebagai hewan percobaan, yaitu mencit, tikus, marmut, kelinci, hamster, unggas, kambing, domba, sapi, kerbau, kuda, dan simpanse (Malole dan Pramono 1989).

Rustiawan (1990) *dalam* Ridwan (2013) menguraikan beberapa alasan penggunaan hewan percobaan dalam penelitian khususnya di bidang kesehatan, pangan dan gizi antara lain: (1) keragaman dari subjek penelitian dapat diminimalisasi, (2) variabel penelitian lebih mudah dikontrol, (3) daur hidup relatif pendek sehingga dapat dilakukan penelitian yang bersifat multigenerasi, (4) pemilihan jenis hewan dapat disesuaikan dengan kepekaan hewan terhadap materi penelitian yang dilakukan, (5) biaya relatif murah, (6) dapat dilakukan pada penelitian yang berisiko tinggi, (7) mendapatkan informasi lebih mendalam dari penelitian yang dilakukan karena kita dapat membuat sediaan biologi dari organ hewan yang digunakan, (8) memperoleh data maksimum untuk keperluan penelitian simulasi, dan (9) dapat digunakan untuk uji keamanan, diagnostik dan toksisitas.

Hewan percobaan yang umum digunakan dalam penelitian ilmiah adalah tikus. Tikus putih (*Rattus norvegicus*) telah diketahui sifat-sifatnya secara sempurna, mudah dipelihara, dan merupakan hewan yang relatif sehat dan cocok untuk berbagai penelitian. Ciri-ciri morfologi *Rattus norvegicus* antara lain memiliki berat 150-600 gram, hidung tumpul dan badan besar dengan panjang 18-25 cm, kepala dan badan lebih pendek dari ekornya, serta telinga relatif kecil dan tidak lebih dari 20-23 mm (Depkes 2011). Tikus putih sering digunakan dalam menilai mutu protein, toksisitas, karsinogenik, dan kandungan pestisida dari suatu produk bahan pangan hasil pertanian (Herlinda, 1986 *dalam* Ridwan, 2013).

Taksonomi tikus putih (*Rattus norvegicus*) menurut Sugiyanto (1995) dalam (Rukmanasari, 2010) adalah sebagai berikut :

Kingdom Animalia

Filum Chordata

Subfilum Vertebrata

Kelas Mamalia

Subkelas Theria

Ordo Rodensia

Subordo Sciurognathi

Famili Muridae

Subfamili Murinae

Genus *Rattus*

Spesies *Rattus norvegicus*

Sihombing dan Raflizar (2010) menguraikan bahwa saat ini, beberapa strain tikus digunakan dalam penelitian di laboratorium hewan coba di Indonesia, antara lain: Wistar (asalnya dikembangkan di Institut Wistar), yang turunannya dapat diperoleh di Pusat Teknologi Dasar Kesehatan dan Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik Badan Litbangkes dan Sprague-Dawley (tikus albino yang dihasilkan di tanah pertanian Sprague-Dawley), yang dapat diperoleh di laboratorium Badan Pengawasan Obat dan Makanan dan Pusat Teknologi Dasar Kesehatan Badan Litbangkes.

#### **2.4. Keamanan Pangan**

Pengertian keamanan pangan menurut UU RI No.7 Thn.1996 tentang perlindungan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk

mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia.

Keamanan pangan merupakan syarat penting yang harus melekat pada pangan yang hendak dikonsumsi oleh semua masyarakat Indonesia. Pangan yang bermutu dan aman dapat dihasilkan dari dapur rumah tangga maupun dari industri pangan. Oleh karena itu industri pangan adalah salah satu faktor penentu beredarnya pangan yang memenuhi standar mutu dan keamanan yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Keamanan pangan bukan hanya merupakan isu dunia tapi juga menyangkut kepedulian individu. Jaminan akan keamanan pangan adalah merupakan hak asasi konsumen. Pangan termasuk kebutuhan dasar terpenting dan sangat esensial dalam kehidupan manusia. Walaupun pangan itu menarik, nikmat, tinggi gizinya jika tidak aman dikonsumsi, praktis tidak ada nilainya sama sekali. Keamanan pangan selalu menjadi pertimbangan pokok dalam perdagangan, baik perdagangan nasional maupun perdagangan internasional. Di seluruh dunia kesadaran dalam hal keamanan pangan semakin meningkat. Pangan semakin penting dan vital peranannya dalam perdagangan dunia (Hartoko, 2008).

Suparmin (2005) mengemukakan beberapa permasalahan keamanan pangan di Indonesia, yaitu :

1. *Food System (Sistim Pangan)*

Sistim pangan yang dimaksud adalah rangkaian kegiatan yang dimulai dari produksi, proses, penyiapan, distribusi dan konsumsi bahan pangan. Di dalam sistim ini terkait beberapa sub sitem antara lain:

- a. *Low income rural system*, yaitu suatu sistem pengelolaan pangan yang terbentuk karena rendahnya pendapatan masyarakat pedesaan.

Permasalahan umum yang ditemukan antara lain:

- 1) Kebanyakan kontaminasi berasal dari bahan mentah yang mengandung spora dari mikroorganisme seperti *Clostridium* dan *Bacillus*.
- 2) Kontaminasi melalui penggunaan air yang tidak bersih untuk menyiram atau mencuci tumbuhan/tanaman sayur.
- 3) Praktek pengelolaan pangan yang tidak baik pada saat persiapan, pengolahan dan penyajian.

- b. *Low income urban system* yaitu suatu sistem pengelolaan pangan yang terbentuk karena rendahnya pendapatan masyarakat di perkotaan.

Permasalahan umum yang ditemukan antara lain:

- 1) Kebanyakan kontaminasi berasal dari bahan mentah yang mengandung spora dari mikroorganisme seperti *Clostridium* dan *Bacillus*.
- 2) Pertumbuhan dari pasar yang terpusat sebagai distribusi utama pangan dari pedesaan ke perkotaan
- 3) Perkembangan sejumlah pemrosesan dan penyiapan makanan di dalam atau di luar rumah dan kebanyakan diproduksi dalam skala kecil.
- 4) Sistem retail kepada skala kecil penjualan, serta penjualan dengan jumlah kecil suatu bahan mentah, bahan yang telah diproses atau makanan siap saji.

- c. *High income system*, yaitu suatu sistem pengelolaan pangan yang terbentuk pada golongan masyarakat yang berpenghasilan tinggi. Permasalahan umum yang ditemukan antara lain:

- 1) Sejalan dengan peningkatan pendapatan, maka orang cenderung untuk mengurangi waktu mereka dalam menyiapkan makanan.
- 2) Dimilikinya teknologi dan tempat menyimpan pangan
- 3) Kemungkinan terjadinya kontaminasi silang antara bahan mentah dan matang yang bersama-sama disimpan, kurang sesuainya suhu penyimpanan dan cara masak yang kurang tepat.

Antisipasi berbagai permasalahan sistem pangan tersebut adalah memperbaiki pengelolaan pangan dengan 6 (enam) prinsip sanitasi makanan yaitu :

a. Sumber bahan pangan

Untuk mendapatkan bahan makanan yang terhindar dari pencemaran maka sanitasi sumber ini haruslah dipelihara dengan baik. Ambillah contoh daerah pertanian misalnya, hendaknya dihindari pemakaian insektisida yang dapat meracuni bahan makanan atau pemakaian pupuk kotoran manusia pada sayur – sayuran yang dimakan mentah.

b. Penyimpanan bahan makanan

Bahan makanan sangat penting dalam penyimpanannya terutama pada jenis bahan makanan yang rawan busuk. Faktor yang sangat berpengaruh adalah suhu dan kelembaban.

c. Pengolahan makanan Makanan diolah di dapur.

Disini sanitasinya harus pula diperhatikan dengan baik. Untuk makanan yang dimakan mentah perlu dilakukan pencucian yang baik dan benar agar parasit atau kotoran yang melekat pada sayuran tersebut hilang.

d. Pengangkutan makanan



Makanan yang berasal dari tempat pengolahan memerlukan pengangkutan untuk disimpan atau disajikan. Kemungkinan pengotoran terjadi sepanjang pengangkutan bila cara pengangkutannya kurang tepat dan alat angkutnya kurang baik dari segi kualitasnya.

e. Penyimpanan makanan yang telah diolah

Dalam penyimpanan makanan yang telah diolah soal sanitasinya harus pula diperhatikan seperti tudung saji, dimasukkan dalam lemari, agar terhindar dari pencemaran bakteri.

f. Penyajian makanan

Sanitasi ketika penyajian makanan ini perlu pula diperhatikan dengan baik agar dapat menambah selera makan.

## *2. Socio Cultural*

Kebutuhan untuk makan bukanlah satu-satunya dorongan untuk mengatasi rasa lapar, akan tetapi disamping itu ada kebutuhan fisiologis dan psikologis yang ikut mempengaruhi. Setiap kelompok mempunyai suatu pola tersendiri dalam memperoleh, menggunakan dan menilai makanan yang akan merupakan ciri kebudayaan dari kelompok masing-masing.

Pada beberapa masyarakat, makanan memegang peranan penting dalam peristiwa-peristiwa sosial atau keagamaan dalam kehidupan manusia. Menghidangkan makanan merupakan suatu simbol dari suatu persaudaraan, kekeluargaan, penerimaan dan kepercayaan. Peralatan dapur, jenis bahan bakar, lamanya waktu yang dipergunakan kaum wanita bekerja di dalam dan di luar rumah akan mempengaruhi susunan makanan yang diberikan.

Faktor sosial budaya yang lain yaitu kebiasaan yang secara spesifik memberikan dampak terhadap keamanan makanan seperti: jumlah makan dalam

sehari, teknologi pengawetan yang tersedia, pandangan tentang makanan, kesehatan dan kesakitan, kebiasaan (tradisi) yang positif maupun negatif terhadap pangan.

### 3. *Food Chain Technology*

Pada masyarakat non industri, biasanya di daerah pinggiran (pedesaan) sebagian besar mereka menghasilkan sendiri makanannya. Pada pasar lokal makanan diajakan dalam wadah yang terbuka, atau diletakkan saja di tanah sehingga terekspos debu dan lalat. Air yang kualitasnya buruk (air kali, saluran irigasi, dan lain-lain) kadangkala digunakan untuk menyegarkan jualan mereka saat diajakan. Pengawetan dilakukan di rumah dimana kondisi kurang higienis, kadang pula makanan disiapkan dalam rentang waktu yang cukup lama untuk dimakan tanpa dimasukkan pendingin.

Pada masyarakat urban dan industri, makanan harus melalui jarak yang cukup jauh untuk sampai ke konsumen, karena letak sentra produksi pangannya di luar kota. Rantai makanan menjadi lebih kompleks dan banyak tangan terlibat. Sebagian besar makanan diproduksi asal di kebun kemudian diolah di pabrik dan didistribusikan untuk lokal, nasional dan internasional.

### 4. *Ecological Factor*

Pencemaran kerang-kerangan oleh bahan kimia akibat buangan limbah ke laut/badan air seperti yang terjadi di Teluk Jakarta dan pantai Kenjeran Surabaya menjadi ancaman bagi konsumennya. Buruknya suplai air bersih, sanitasi lingkungan yang buruk dan pembuangan air limbah/tinja yang tidak memenuhi syarat akan berakibat timbulnya penyakit yang berbasis, air, makanan dan vektor (*food borne disease, water borne disease and vector borne disease*).

## 5. *Nutritional Aspect*

Pada proses penyimpanan dan penyiapan makanan untuk dikonsumsi dapat terjadi degradasi nutrisi sehingga pemeliharaan dan pengembangan kualitas nutrisi yang diberikan merupakan komponen penting dari keamanan pangan. Pemakaian bahan tambahan makanan mempengaruhi kualitas nutrisi, demikian pula kontaminasi logam berat seperti timbal mempengaruhi absorpsi vitamin D dan Cd.

Disamping permasalahan di atas maka secara laten permasalahan keamanan pangan juga terpengaruh oleh:

### a. Tingkat Ekonomi Konsumen

Masyarakat dari kelas ekonomi menengah ke atas akan menuntut produk olahan pangan yang bermutu baik meski harganya lebih mahal. Sebaliknya, kelompok masyarakat bawah akan mencari produk yang lebih murah sekalipun kerap diragukan tingkat keamanannya.

### b. Pengetahuan Produsen dan Konsumen Tentang Produksi dan Pengawetan Makanan

Agenda keamanan pangan belum mampu diterjemahkan secara baik oleh pihak produsen maupun konsumen pangan. Rendahnya pemahaman terhadap keamanan pangan sering menghadirkan produk pangan katering yang berasal dari industri jasa boga menjadi penyebab keracunan. Dari pemberitaan kasus keracunan makanan di berbagai media massa, yang dilaporkan adalah yang menyerang sekelompok karyawan pabrik atau anak sekolah setelah mengonsumsi makanan yang dipesan dari pengusaha katering. Jika ditelusuri lebih jauh, ada tiga penyebab utama kasus keracunan makanan katering di Indonesia, yaitu penggunaan bahan mentah yang tercemar mikroba patogen

karena terjadi kontaminasi silang, makanan didiamkan cukup lama sebelum dikonsumsi, dan proses pemanasan kembali yang tak cukup.

Hariyadi (2008) menambahkan, bahwa permasalahan kimia keamanan pangan umumnya berkisar pada adanya peluang terjadinya kontaminasi dengan bahaya-bahaya kimia seperti pestisida, residu obat hewan, residu hormon, mikotoksin dan kontaminan lainnya. Dengan perubahan dan perkembangan teknologi; dibantu dengan majunya teknik deteksi dan analisis, maka berbagai kontaminan baru terkait dengan keamanan pangan banyak yang bermunculan. Disamping itu, muncul pula istilah *processing contaminants* yaitu kontaminan yang diproduksi selama proses pengolahan pangan (terutama selama proses pemanasan, dan fermentasi). Kontaminan ini tidak terdapat pada bahan baku sebelum diolah, tetapi dibentuk oleh reaksi kimia tertentu selama proses pengolahan. Keberadaan kontaminan pengolahan ini tidak bisa dihindari, namun pemilihan dan pengendalian teknologi pengolahan yang lebih baik perlu dilakukan untuk bisa meminimisasi pembentukan kontaminan pengolahan tersebut.

## **2.5. Pestisida**

### **2.5.1. Definisi**

Pestisida adalah substansi kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan hama. Kata pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *cida* yang berarti pembunuh. Jadi secara sederhana, pestisida diartikan sebagai pembunuh hama (Sudarmo, 1991).

Pestisida juga didefinisikan sebagai zat atau senyawa kimia, zat pengatur tubuh atau perangsang tumbuh, bahan lain, serta mikroorganisme atau virus yang digunakan untuk perlindungan tanaman (PP RI No.6 Tahun 1995). USEPA

menyatakan pestisida sebagai zat atau campuran zat yang digunakan untuk mencegah, memusnahkan, menolak, atau memusuhi hama dalam bentuk hewan, tanaman, dan mikroorganisme pengganggu (Soemirat, 2003).

Residu adalah sisa metabolit dari senyawaan kimiawi hasil metabolisme yang tertinggal di dalam jaringan tubuh seperti daging, telur susu atau organ tubuh lainnya. Residu dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan hewan non target ataupun manusia. Bahaya pada manusia timbul karena mengkonsumsi produk peternakan yang mengandung residu pestisida. Residu pestisida golongan organoklorin dilaporkan bersifat karsinogenik dan immunosupresi pada hewan ataupun manusia (Indraningsih, *et. al.*, 2011).

#### **2.5.2. Jenis Pestisida**

Djojosumarto (2008) mengemukakan bahwa penggolongan pestisida berdasarkan sasaran yang akan dikendalikan diklasifikasikan menjadi beberapa macam, yaitu :

##### **a. Insektisida**

Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang bisa mematikan semua jenis serangga. Salah satu kesulitan pengendalian serangga adalah sifat serangga yang mudah menyesuaikan diri dengan keadaan sekitarnya. Untuk membunuh serangga, insektisida masuk ke dalam tubuh melalui lambung, kontak, dan alat pernapasan.

##### **b. Fungisida**

Fungisida adalah senyawa kimia yang beracun dan biasa digunakan untuk memberantas dan mencegah fungi/cendawan. Bentuk fungisida bermacam-macam, ada yang cair untuk penyemprotan, bentuk serbuk padat untuk penyerbukan dan bentuk gas. Berdasarkan cara kerjanya mematikan sel

cendawan, fungisida dibedakan menjadi fungisida kontak, fungisida sistemik, fungisida kontak-sistemik. Beberapa bahan aktif fungisida yaitu tembaga oksisulfat, merkuri klorida, ferbam, nabam, dodin, streptomisin, karbendazim, tiabendazol, benalaksil, metalaksil, dan lain-lain.

c. Bakterisida

Bakterisida mengandung bahan aktif yang bisa membunuh bakteri. Bakterisida biasanya sistemik karena bakteri melakukan perusakan dalam tubuh tanaman. Perendaman bibit dalam larutan bakterisida merupakan salah satu cara aplikasi untuk mengendalikan bakteri yang biasa mengakibatkan layu pada tanaman. Beberapa bahan aktif bakterisida yaitu oksitetrasiklin, streptomisin.

d. Nematisida

Adanya serangan nematoda pada akar menyebabkan akar tidak sehat yang dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat, kerdil, daun gugur, layu. Racun yang mengendalikan nematode ini disebut nematisida yang berbentuk butiran dan juga larutan.

e. Akarisida

Akarisida atau sering disebut mitisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk membunuh tungau, capika, dan laba-laba. Beberapa bahan aktif pada akarisida yaitu abamektin, dikofol, dimetoat, etion, metamidofos, mevinfos, monokrotofos, forat, fosfamidon, piridafention, triazofos, metomil, oksamil, klorfentezin, klorfenapir, dan lain-lain.

f. Rodentisida

Rodentisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk mematikan berbagai jenis binatang pengerat misalnya tikus. Beberapa bahan aktif rodentisida yaitu belerang, seng fosfida, brodifakum,

bromodiolon, klorofasinon, difetialon, kumatetralil, difenakum, difasinon, dan flokumafen.

g. Moluskisida

Moluskisida adalah pestisida yang membunuh moluska seperti siput telanjang, bekicot, sumpil serta trisipan yang banyak terdapat di tambak. Beberapa bahan aktif pada moloskisida yaitu metiokarb, tiodikarb, metaldehid, dan niklosamid.

h. Herbisida

Herbisida adalah senyawa beracun yang dapat dimanfaatkan untuk membunuh tanaman pengganggu yang disebut gulma. Beberapa bahan aktif herbisida yaitu, natrium klorat, diklorofenoksi asam asetat, diklorprop, kuizalofop, benzoic acid, fluroksipir, diuron, flumeturon, bensulfuron, ametrin, klorprofam, karbetamid, trifluralin, metolaklor, bromasil, metribuzin, dan lain-lain

i. Pestisida lain

Selain beberapa jenis pestisida di atas masih banyak jenis pestisida lain. Namun karena penggunaannya jarang maka produsen pestisida pun belum banyak yang menjual. Pestisida tersebut yaitu pisisida, algisida, avisida, larvisida, silvisida, ovisida, piscisida, termisida, arborosida, predasida.

Admin (2010), menambahkan bahwa berdasarkan fungsi/sasaran penggunaannya, pestisida dibagi menjadi 6 jenis yaitu:

1. *Insektisida* adalah pestisida yang digunakan untuk memberantas serangga seperti belalang, kepik, wereng, dan ulat. Insektisida juga digunakan untuk memberantas serangga di rumah, perkantoran atau gudang, seperti nyamuk, kutu busuk, rayap, dan semut. Contoh : basudin, basminon, tiodan, diklorovinil dimetil fosfat, diazinon, dan lain-lain.

2. Fungisida adalah pestisida untuk memberantas/mencegah pertumbuhan jamur/ cendawan seperti bercak daun, karat daun, busuk daun, dan cacar daun. Contoh : tembaga oksiklorida, tembaga (I) oksida, carbendazim, organomercuri, dan natrium dikromat.
3. Bakterisida adalah pestisida untuk memberantas bakteri atau virus. Salahsatu contoh bakterisida adalah tetramycin yang digunakan untuk membunuh virus CVPD yang meyerang tanaman jeruk. Umumnya bakteri yang telah menyerang suatu tanaman sukar diberantas. Pemberian obat biasanya segera diberikan kepada tanaman lainnya yang masih sehat sesuai dengan dosis tertentu.
4. Rodentisida adalah pestisida yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa hewan pengerat seperti tikus. Lazimnya diberikan sebagai umpan yang sebelumnya dicampur dengan beras atau jagung. Hanya penggunaannya harus hati-hati, karena dapat mematikan juga hewan ternak yang memakannya. Contohnya : Warangan.
5. Nematoda adalah pestisida yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa nematoda (cacing). Hama jenis ini biasanya menyerang bagian akar dan umbi tanaman. Nematoda biasanya digunakan pada perkebunan kopi atau lada. Nematoda bersifat dapat meracuni tanaman, jadi penggunaannya 3 minggu sebelum musim tanam. Selain memberantas nematoda, obat ini juga dapat memberantas serangga dan jamur. Dipasaran dikenal dengan nama DD, Vapam, dan Dazomet.
6. Herbisida adalah pestisida yang digunakan untuk membasmi tanaman pengganggu (gulma) seperti alang-alang, rerumputan, eceng gondok, dll. Contoh ammonium sulfonat dan pentaklorofenol.



Menurut Sudarmo (1991) pestisida dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa golongan, dan di antara beberapa pengklasifikasian tersebut dirinci berdasarkan bentuk formulasinya, sifat penetrasinya, bahan aktifnya, serta cara kerjanya.

1. Berdasarkan bentuk formulasi

a. Butiran (Granule=G)

Berbentuk butiran yang cara penggunaannya dapat langsung disebarakan dengan tangan tanpa dilarutkan terlebih dahulu.

b. Tepung (Dust=D)

Merupakan tepung sangat halus dengan kandungan bahan aktif 1-2% yang penggunaannya dengan alat penghembus (duster)

c. Bubuk yang dapat dilarutkan (wetable powder=WP)

Berbentuk tepung yang dapat dilarutkan dalam air yang penggunaannya disemprotkan dengan alat penyemprot atau untuk merendam benih. Contoh Mipcin 50 WP

d. Cairan yang dapat dilarutkan

Berbentuk cairan yang bahan aktifnya mengandung bahan pengemulsi yang dapat digunakan setelah dilarutkan dalam air. Larutannya berwarna putih susu tapi berwarna coklat jernih yang cara penggunaannya disemprotkan dengan alat penyemprot

e. Cairan yang dapat diemulsikan

Berbentuk cairan pekat yang bahan aktifnya mengandung bahan pengemulsi yang dapat digunakan setelah dilarutkan dalam air. Cara penggunaannya disemprotkan dengan alat penyemprot atau di injeksikan pada bagian tanaman atau tanah. Contoh : Sherpa 5 EC

f. Volume Ultra Rendah

Berbentuk cairan pekat yang dapat langsung disemprotkan tanpa dilarutkan lagi. Biasanya disemprotkan dengan pesawat terbang dengan penyemprot khusus yang disebut Micron Ultra Sprayer. Contoh : Diazinon 90 ULV.

2. Ditinjau dari sifat penetrasinya, pestisida dapat diklasifikasikan kedalam :

a. Penetrasi pada permukaan

Pestisida ini hanya ada pada permukaan tanaman

b. Penetrasi dalam

Apabila disemprotkan kedalam permukaan daun, pestisida dapat menembus/meresap ke seluruh jaringan tanaman yang tidak disemprotkan

c. Sistemik

Pestisida ini mudah diserap melalui daun, batang akar, dan bagian lain dari tanaman. Pestisida sistemik efektif untuk membasmi bermacam-macam hama pengerek dan pengisap.

3. Berdasarkan bahan aktifnya pestisida dapat diklasifikasikan :

Berdasarkan asal bahan yang digunakan untuk membuat pestisida, maka pestisida dapat dibedakan ke dalam empat golongan yaitu :

a. Pestisida Sintetik, yaitu pestisida yang diperoleh dari hasil sintesa kimia, contohnya organoklorin, organofospat, dan karbamat.

b. Pestisida Nabati, yaitu pestisida yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, contohnya neem oil yang berasal dari pohon mimba

c. Pestisida Biologi, yaitu pestisida yang berasal dari jasad renik atau mikrobia yaitu jamur, bakteri atau virus contohnya

d. Pestisida Alami, yaitu pestisida yang berasal dari bahan alami, contohnya bubuk bordeaux.

#### 4. Pestisida berdasarkan cara kerjanya

Berdasarkan cara kerjanya, pestisida dapat dibedakan kedalam beberapa golongan yaitu:

##### a. Pestisida Kontak

Yaitu pestisida yang dapat membunuh OPT (organisme pengganggu tanaman) bila OPT tersebut terkena pestisida secara kontak langsung atau bersinggungan dengan residu yang terdapat di permukaan tanaman.

Contoh : Mipcin 50 WP

##### b. Pestisida Sistemik

Yaitu pestisida yang dapat ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman. OPT akan mati setelah menghisap/memakan tanaman, atau dapat membunuh gulma sampai ke akarnya.

##### c. Pestisida Lambung

Yaitu pestisida yang mempunyai daya bunuh setelah jasad sasaran memakan pestisida. Contoh : Diazinon 60 EC

##### d. Pestisida pernapasan

Dapat membunuh hama yang menghisap gas yang berasal dari pestisida

Selain beberapa jenis pestisida di atas masih banyak jenis pestisida lain. Namun karena kegunaanya jarang maka produsen pestisida belum banyak yang menjual, sehingga di pasaran bisa dikatakan sulit ditemukan. Pestisida tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Pisisida, adalah bahan senyawa kimia beracun untuk mengendalikan ikan mujair yang menjadi hama di dalam tambak dan kolam.
- b. Algisida, merupakan pestisida pembunuh ganggang

- c. Avisida, pestisida pembunuh burung.
- d. Larvisida, pestisida pembunuh ulat.

Soemirat (2003) menambahkan bahwa pestisida juga diklasifikasikan berdasarkan pengaruh fisiologisnya, yang disebut farmakologis atau klinis, sebagai berikut:

#### 1. Senyawa Organofospat

Racun ini merupakan penghambat yang kuat dari enzim cholinesterase pada syaraf. Asetyl cholin berakumulasi pada persimpangan-persimpangan syaraf (neural jungstion) yang disebabkan oleh aktivitas cholinesterase dan menghalangi penyampaian rangsangan syaraf kelenjar dan otot-otot. Organofosfat disintesis pertama kali di Jerman pada awal perang dunia ke-II. Bahan tersebut digunakan untuk gas syaraf sesuai dengan tujuannya sebagai insektisida. Pada awal sintesisnya diproduksi senyawa tetraethyl pyrophosphate (TEPP), parathion dan schordan yang sangat efektif sebagai insektisida tetapi juga toksik terhadap mamalia. Penelitian berkembang tersebut dan ditemukan komponen yang paten terhadap insekta tetapi kurang toksik terhadap manusia (misalnya : malathion).

Organofosfat adalah insektisida yang paling toksik diantara jenis pestisida lainnya dan sering menyebabkan keracunan pada orang. Termakan hanya dalam jumlah sedikit saja dapat menyebabkan kematian, tetapi diperlukan beberapa milligram untuk dapat menyebabkan kematian pada orang dewasa. Organofosfat menghambat aksi pseudokholinesterase dalam plasma dan kholinesterase dalam sel darah merah. Organofosfat dapat terurai di lingkungan dalam waktu  $\pm$  2 minggu.

## 2. Senyawa Organoklorin

Dari golongan ini paling jelas pengaruh fisiologisnya seperti yang ditunjukkan pada susunan syaraf pusat, senyawa ini berakumulasi pada jaringan lemak.

## 3. Senyawa Arsenat

Pada keadaan keracunan akut ini menimbulkan gastroenteritis dan diare yang menyebabkan kekejangan yang hebat sebelum menimbulkan kematian. Pada keadaan kronis menyebabkan pendarahan pada ginjal dan hati.

## 4. Senyawa Karbamat

Pengaruh fisiologis yang primer dari racun golongan karbamat adalah menghambat aktifitas enzim cholinesterase darah dengan gejala-gejala seperti senyawa organofosfat

## 5. Piretroid

Piretroid merupakan senyawa kimia yang meniru struktur kimia (analog) dari piretrin. Piretrin sendiri merupakan zat kimia yang bersifat insektisida yang terdapat dalam piretrum, kumpulan senyawa yang di ekstrak dari bunga semacam krisan piretroid memiliki beberapa keunggulan, diantaranya diaplikasikan dengan takaran relatif sedikit, spektrum pengendaliannya luas, tidak persisten, dan memiliki efek melumpuhkan yang sangat baik. Namun karena sifatnya yang kurang atau tidak selektif, banyak piretroid yang tidak cocok untuk program pengendalian hama terpadu. Bahan aktif pada golongan ini antara lain adalah Allethrin, Transfluthrin, Cyflutrin, Pralethrin, Sipermethrin, Tetramethrin, Imiprothrin, D-phenothrin

Saenong (2007) menambahkan bahwa secara umum pestisida dapat digolongkan kedalam 6 golongan, dimana tiap golongan menampilkan gejala

keracunan yang berbeda demikian pula dengan cara pestisida tersebut bekerja.

Keenam golongan pestisida tersebut adalah :

1. Golongan Klor Organik

Pestisida yang masuk dalam golongan ini antara lain endrin, aldrin, endosulfan (thiodan), dieldrin, lindane (gamma BHC) dan DDT. Senyawa ini bekerja mempengaruhi syaraf pusat terutama otak yang menimbulkan efek keracunan dengan gejala mual, sakit kepala, tak dapat berkonsentrasi. Pada dosis tinggi dapat terjadi kejang-kejang, muntah dan dapat terjadi hambatan pernafasan.

2. Golongan Fosfat Organik

Pestisida yang masuk dalam golongan ini antara lain mevinfos (fosdrin), paration, guthion, monokrotofos (azodrin), dikrotofos, fosfamidon, diklorvos (DDVP), etion, fention dan diazinon. Senyawa dari golongan pestisida ini berkerja menghambat aktivitas enzim kolinestrase yang dapat berakibat fatal pada tubuh dengan gejala antara lain sakit kepala, pusing-pusing, lemah, pupil mengecil, gangguan penglihatan dan sesak nafas, mual, muntah, kejang pada eperut dan diare, sesak pada dada dan detak jantung menurun.

3. Golongan Karbamat

Senyawa pestisida yang masuk dalam golongan ini antara lain aldikarb (temik), carbofuran (furadan), metomil (lannate), propoksur (baygon) dan karbaryl (sevin). Cara bekerja dari senyawa ini adalah menghambat aktivitas enzim kolinestrase tetapi reaksinya reversible dan lebih banyak bekerja pada jaringan bukan dalam darah atau plasma. Tanda-tanda keracunannya umumnya lambat sekali baru terlihat.

#### 4. Golongan Dipidril

Senyawa pestisida dari golongan ini sangat sedikit antara paraquat, diquat dan morfamquat. Cara bekerjanya adalah membentuk ikatan dan merusak jaringan ephitel dari kulit, kuku, saluran pernafasan dan saluran pencernaan, sedangkan pada konsentrasi larutan yang pekat dapat menyebabkan peradangan. Gejala keracunan selalu lambat diketahui seperti perut mual, muntah dan diare karena iritasi pada saluran pencernaan, 48-72 jam baru terdeteksi adanya kerusakan pada ginjal (albunuria, proteinura, hematura dan peningkatan kreatinin lever dan setelah 72-14 hari baru terlihat kerusakan pada paru-paru.

#### 5. Golongan Antikoagulant

Senyawa pestisida dari golongan ini antara lain tipe kumarin (warfarin), tipe 1,3 indantion seperti difasion dan difenadion (ramik). Pestisida ini cepat diserap oleh pencernaan makanan, penyerapan dapat terjadi saat tertelan 2-3 hari. Kedua tipe pestisida ini menghambat pembentukan zat yang berguna untuk koagulasi/pembekuan darah antara lain protrombin.

#### 6. Golongan Arsenik

Golongan senyawa arsenik terdiri dari arsen trioksid, kalium arsenat, asam arsenat dan arsin gas. Keracunan arsen pada umumnya melalui mulut walaupun bisa juga diserap melalui kulit dan saluran pernafasan. Pada keracunan akut gejalanya nyeri pada perut, muntah dan diare, pada keracunan sub akut akan timbul gejala sakit kepala, pusing dan banyak keluar ludah

### 2.5.3. Bahaya Pestisida

Pada umumnya, pestisida yang digunakan untuk mengendalikan jasad pengganggu tersebut adalah racun yang berbahaya dan karenanya dapat mengancam kesehatan manusia. Untuk itu penggunaan pestisida yang tidak bijaksana jelas akan menimbulkan efek samping bagi kesehatan manusia, sumber daya hayati dan lingkungan pada umumnya.

Sifat penting yang dimiliki pestisida adalah daya racun atau toksisitas. Meski bahan kimia tersebut hanya dimaksudkan untuk mematikan suatu jenis hama tertentu tetapi pada hakekatnya bersifat racun untuk semua makhluk hidup. Hampir semua jenis pestisida tidak bersifat selektif dan mempunyai spectrum yang luas sebagai racun sehingga merupakan sumber pencemaran yang potensial khususnya bagi sumberdaya dan lingkungan perairan (Taufik dan Yosmaniar, 2010).

Saenong (2007) menambahkan bahwa beberapa jenis penyakit yang telah diteliti dapat diakibatkan oleh pengaruh samping penggunaan senyawa pestisida antara lain leukemia, myeloma ganda, lymphomas, sarcomas jaringan lunak, kanker prostate, kanker kulit, kanker perut, melanoma, penyakit otak, penyakit hati, kanker paru, tumor syaraf dan neoplasma indung telur. Selain dari pada itu, beberapa senyawa pestisida telah terbukti dapat menjadi faktor "carcinogenic agent" baik pada hewan dan manusia, yakni tercatat ada 47 jenis bahan aktif pestisida ditemukan terbukti sebagai carcinogenic agent pada hewan, dan 12 jenis lagi terbukti sebagai *carcinogenic agent* pada manusia.

Indraningsih, *et. al.* (2011) mengemukakan bahwa residu pestisida sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia maupun ternak. Efek yang ditimbulkan pada manusia adalah dalam jangka pendek (akut) akan



menyebabkan keracunan, dan dalam jangka panjang akan menyebabkan (1) kanker, (2) gangguan pertumbuhan pada anak dan (3) penurunan sistem kekebalan. Tanda-tanda umum dari keracunan pestisida adalah (1) pusing-pusing, (2) mual-mual, (3) sesak nafas dan (4) pingsan. Tanda-tanaa lain keracunan pestisida adalah diare, gemetaran dan kejang-kejang. Saenong (2007) menambahkan bahwa kurang lebih ada sekitar 13 jenis penyakit penting yang telah diteliti dapat terbukti berakibat fatal atau sebagai faktor pemicu timbulnya penyakit tersebut. Penyakit-penyakit tersebut antara lain Leukemia (kanker darah), myeloma ganda, lymphomas, sarcomas jaringan lunak, kanker prostat, kanker perut, melanoma, penyakit otak, penyakit hati, kanker kulit, kanker paru, tumor syaraf dan neoplasma indung telur.

Penggunaan pestisida dapat menimbulkan keracunan baik yang bersifat akut maupun kronik. Keracunan dapat menimbulkan kematian secara mendadak. Keracunan akut diukur berdasarkan nilai dosis letal (LD-50). Keracunan kronik adalah keracunan yang disebabkan oleh pemaparan kadar rendah dalam waktu yang lama atau singkat dengan akibat kronis. Keracunan kronik dapat ditemukan dalam bentuk kelainan saraf atau prilaku (bersifat neototoksik) atau mutagenitas. Gejala keracunan dapat bersifat kronis maupun akut. Gejala biasanya menyebabkan keluhan yang tidak spesifik misalnya sakit kepala, insomnia, pusing, tidak dapat konsentrasi, dan merasa mual. Keracunan akut biasanya menimbulkan kejang-kejang yang didahului dengan fasikulasi otot lengan dan tungkai disertai penurunan kesadaran dan sesudah kejang sering timbul amnesia (Sudarmo, 1991).

Beberapa pestisida yang berbahaya menurut Saenong (2007) adalah :

1. Yang Bersifat *Carsinogic Agent*

Senyawa-senyawa pestisida yang telah diteliti dapat menyebabkan atau menjadi pemicu timbulnya penyakit kanker adalah ada sekitar 51 buah termasuk diantaranya yang sudah dikenal masyarakat seperti aldrin, carbaryl, DDT, dieldrin, endosulfan, formaldehyde, lindane, MPCA, parathion dan 2,4-D (Tabel 3).

Tabel 3. Senyawa-senyawa pestisida yang telah terbukti dapat menjadi faktor penyebab penyakit kanker (*Carsinogenic Agent*) pada hewan dan manusia

Bahan aktif	Hewan	Manusia	Bahan aktif	Hewan	Manusia
acrylonitrile	+	-	ethylene dibromide	+	+
aldrin	+	-	ethylene thiourea	-	+
aminotriazole	+	+	formaldehyde	+	+
amitraz	+	-	hempa	+	-
arsenic oxide	+	-	heptachlor	+	-
aziphos-metyl (guthion)	+	-	lindane	+	-
cadmium	+	-	maleic hydrazide	+	-
captan	+	-	maneb	+	-
carbaryl	+	-	MCPA	-	+
carbontetrachloride	+	+	methidathion	+	-
chloramben	+	-	methyylene bromide	+	-
chlordane	+	-	methylen dichloride	+	-
chlordecone (kepone)	+	-	mexacarbamate	+	-
chlordimeform	+	+	mirex	+	-
chlorobenzilate	+	-	monuron	+	-
chlorofenol (group)	+	+	parathion	+	-
chlorothalenil	+	-	pentachlorophenol	-	+
2,4-D	+	+	permethrin	-	+
DBCP	+	-	picloram	-	+
DDT	+	-	rotenone	+	-
diallate	+	-	sodium azide	+	-
1,2, dichloropropane	+	-	sulfallate	+	-
1,3, dichloropropane	+	-	2,4,5-T	+	+
dicofol	+	-	2,3,6 TBA	+	-
dieltrin	+	-	tetrachlorvinphos	+	-
dimethoate	+	-	trichlorfon	+	-
endosulfan	+	-	trifluralin	+	-

+ = ditemukan bukti

- = tidak ditemukan bukti

Sumber : Saenong (2007)

## 2. Yang Bersifat *Mutagenic Agent*

Senyawa-senyawa pestisida yang bersifat *mutagenic agent* (penyebab mutasi genetik) ada sekitar 80 buah. Yang sudah dikenal oleh masyarakat umum hanya sedikit antara lain captan, carbaryl, carbofuran, chlorfifos, DDT, dicrotophos, fenitrition, monocrotophos, dan MPCA, selebihnya masih kurang dikenal (Tabel 4).

Tabel 4. Senyawa-senyawa pestisida yang telah terbukti dapat menjadi faktor penyebab mutasi genetik (multigenic agent)

acephate	dicrotophos	NBT (2,4-dinitrophenylthiocyanate)
allethrin	dichlorvos	)
azinphos-methyl	dimethoate	NNN (5-nthro-1-napthalonitrile)
benomyl	dinocap	nitofen
bromocil	dinoseb	oxydemeton-methyl
butaclor	disulfoton	oxine copper
cocodylic acid	echlomezel	parathion-methyl
captafol	ethylnechlorohydrin	pentachlorophenol
captan	ethylenedibromide	phenazine oxide
carbaryl	ethylenedichloride	phosmer
carbendazim	ethylene oxide	pirimiphosmethyl
carbofuran	ethylene thiourea	polycarbamate
chlormethoxynil	EMS	polyoxin D-Zn
chlorfenvinphos	ESP	propanil
chloropicrin	fenaminosulf	salithion
chlorpyrifos	fenitrition	simazine
cyclophosphamide	ferbam	2,4,5-T
2,4-D acid	folpet	thiometon
2,4-BB acid	HEH (2-hydroxyethylenehydrazin)	thiram
DBCP	hemel	toxaphene
DD	MAF	triallate
DDC	MCPA	trichlorfon
DDT	malaeic hydrazide	TTCA (asomate)
demeton	metepa	vamidotion
1,2, dibromethane	methyl dibromide	ziram
dicamba	monocrotophos	
dichlorfluanid		

Sumber : Saenong (2007)

## 3. Yang Bersifat *Alergent dan Irritant*

Senyawa-senyawa pestisida yang dapat menjadi penyebab penyakit radang kulit dan penyakit kulit lainnya yang dapat menyebabkan peradangan dan

iritasi ada sekitar ada 51 buah. Yang sudah dikenal oleh masyarakat antara lain endosulfan, glyphosate, lindane, malathion, mancozeb, parathion dan sulphur (Tabel 5), selebihnya masih terlalu asing buat masyarakat pada umumnya.

Tabel 5. Senyawa-senyawa pestisida yang telah terbukti dapat menjadi faktor penyebab penyakit radang kulit dan penyakit kulit lainnya (alergi dan iritasi)

Bahan aktif	Jenis peradangan		Bahan aktif	Jenis peradangan	
	Alergi	Iritasi		Alergi	Iritasi
acephate	-	+	Kelthane	-	+
anilazine	-	+	Lindane	-	+
benomyl	+	+	malathion	+	+
captafol	+	+	mancozeb	+	-
captan	+	+	maneb	+	+
chloropicrin	-	+	mercaptobenothiazole	+	-
chlorothalonil	-	+	methidathion	-	+
cyhexatin	-	+	methomyl	-	+
DCDA	-	+	methylphenol (cresol)	+	-
demeton	-	+	methyl parathion	-	+
dialifur	-	+	mevinphos	-	+
chazinon	-	+	monocrotophos	-	+
dimethoate	+	-	naled	+	+
dinobuton	-	+	nitrofen	+	+
dinoseb	-	+	parathion	+	-
disulfoton	-	+	PCNB	+	-
DNCB	-	-	phosmet	-	+
DNOC	-	+	propagate	-	+
DVDP	-	+	pyrethroids	+	-
Endosulfan	-	+	sulphur	-	+
Ethephon	-	+	thiram	+	+
Ethion	-	+	toxaphene	-	+
Ferbam	-	+	triazine	+	-
Folpet	+	-	zineb	+	+
Formaldehyde	+	+	zitram	+	+
glyphosate	-	+			

+ = ditemukan bukti

- = tidak ditemukan bukti

Sumber : Saenong (2007)

#### 2.5.4. Batas Maksimum Residu (BMR) Pestisida

Karena toksisitas pestisida, beberapa negara Uni Eropa dan Codex Alimentarius telah menetapkan maksimum residu tingkat (MRLs) dalam air, tanah dan makanan untuk sejumlah besar pestisida. Telah dikembangkan

metode analitis untuk analisis residu pestisida dalam makanan (Furlani, *et. al.* 2010).

Pestisida memainkan peran penting dalam penanggulangan hama dan pencegahan penyakit menular pada manusia dan hewan domestik. Namun, penting untuk diingat bahwa pestisida apapun harus dianggap sebagai racun aktif. Penggunaan pestisida sangat bervariasi antara berbagai negara di dunia dalam jenis dan jumlah. Akibatnya, banyak organisasi internasional seperti Codex Alimentarius Commission (CAC), WHO / FAO, dan Uni Eropa (UE) serta negara berbeda, masing-masing telah mengeluarkan batas maksimum residu pestisida (MRLs) dalam perdagangan internasional (Gang Wu, *et. al.* 2010).

Pestisida digunakan dalam pengelolaan hama sebagai strategi untuk menjamin persediaan makanan di seluruh dunia. Di Brazil, salah satu produsen makanan dunia, lebih dari 90% petani mengandalkan pestisida. Dasar peraturan pestisida di Brasil ditetapkan oleh Federal UU No 7802, berlaku pada tahun 1989, dan 4074/2002 dan 5981/2006. Standar-standar hukum mengatur semua aspek yang berhubungan dengan pestisida termasuk produksi, cara pemakaian, batas minimum residu, penyimpanan, transportasi dan pembuangan. Departemen Kesehatan, melalui National Sanitary Surveillance Agency (Anvisa), bertanggung jawab untuk mengevaluasi dampak dari penggunaan pestisida terhadap kesehatan manusia, dan untuk menentukan tingkat maksimum residu (BMR) (Jardim and Caldas, 2012).

Batas maksimum residu (BMR) adalah salah satu indeks konsentrasi maksimum dari residu pestisida (ditetapkan dalam mg/kg) yang direkomendasikan sebagai batasan yang diijinkan secara legal pada komoditas makanan dan daging hewan. Selain BMR, Acceptable Daily Intake (ADI) atau

batas yang dapat diterima tubuh dalam sehari juga merupakan parameter internasional untuk dievaluasi. Data BMR Profenofos berdasarkan FAO dan WHO (2010) dan Deptan (2009) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Batas Maksimum Residu Profenofos pada Makanan

No.	Komoditas	BMR (mg/kg)
1.	Benih Kapas	3
2.	Telur	0,03
3.	Mangga	0,3
4.	Daging mamalia	0,05
5.	Susu	0,01
6.	Cabai	5
7.	Daging unggas	0,05
8.	Tomat	10
9.	Kentang	0,05
10.	Kubis	1
11.	Paprika	0,5
12.	Manggis	10

Sumber : FAO dan WHO (2010), Deptan (2009)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) diketahui tentang batas maksimum residu pestisida pada beras, yaitu untuk jenis pestisida khususnya golongan organofosfat, seperti klorpirifos residu pestisida pada beras yang diperbolehkan sebesar 0,5 mg/kg, klorfenvinfos 0,05 mg/kg, fention 0,05 mg/kg, fenitrothion 1 mg/kg, dan diazinon sebesar 0,1 mg/kg. Untuk ikan penetapan batas maksimum residu pestisida yaitu 0,2 mg/kg (200 ppb). Untuk pestisida, syarat mutu pestisida karbofuran bentuk butiran, BPMC berbentuk pekatan yang dapat

diemulsikan, MIPC berbentuk tepung yang dapat disuspensikan dan kloropirifos berbentuk pekatan yang dapat diemulsikan mengacu pada SNI.06-2888-1992.

Dalam SNI No. 01-6366-2000, ditetapkan bahwa BMR pestisida dalam bahan makanan asal hewan untuk permetrin dan metabolitnya adalah 0,1 mg/kg pada daging dan telur, serta 0,05 mg/kg pada susu. Berdasarkan SNI 7313:2008 (Dewan Standarisasi Nasional, 2008), ditetapkan BMR pestisida berbahan aktif sipermetrin pada daging unggas 0,05 mg/kg dan daging mamalia (selain hewan laut) 0,2 mg/kg. *Codex Alimentarius Commission* (2011), menetapkan BMR insektisida Deltametrin pada otot ikan salmon 30µg/kg.

Penggunaan pestisida membutuhkan kehati-hatian, dan keamanan operator, bahan yang diberi pestisida dan lingkungan sekitar. Petunjuk pemakaian yang tercantum dalam label dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan penggunaannya penting diperhatikan. Dalam praktek, pestisida digunakan bersama-sama dengan bahan lain misalnya dicampur minyak untuk melarutkannya, air pengencer, tepung untuk mempermudah dalam pengenceran atau penyebaran dan penyemprotannya, bubuk yang dicampur sebagai pengencer (dalam formulasi *dust*), bahan yang bersifat sinergis untuk penambah daya racun, dan sebagainya.

#### **2.5.5. Karakteristik Pestisida**

Pestisida merupakan racun yang mempunyai nilai ekonomis terutama bagi petani. Pestisida memiliki kemampuan membasmi organisme selektif (target organisme), tetapi pada praktiknya pemakaian pestisida dapat menimbulkan bahaya pada organisme non target. Dampak negatif terhadap organisme non target meliputi dampak terhadap lingkungan berupa pencemaran dan menimbulkan keracunan bahkan dapat menimbulkan kematian bagi manusia

(Tarumingkeng, 2008). Pestisida mempunyai sifat-sifat fisik, kimia dan daya kerja yang berbeda-beda berdasarkan golongannya (Diana, 2009), sebagai berikut :

a. Organoklorin

Merupakan racun yang universal, degradasinya berlangsung sangat lambat, larut dalam lemak. Tergolong insektisida dengan toksisitas relatif rendah tetapi mampu bertahan lama dalam lingkungan, berakumulasi pada jaringan lemak, sangat stabil di air, tanah, dalam jaringan tanaman dan hewan.

b. Organophosfat

Merupakan racun yang tidak selektif, insektisida paling toksik diantara jenis pestisida lainnya, degradasinya berlangsung lebih cepat, atau kurang bertahan lama di lingkungan, menimbulkan resisten terhadap berbagai serangga, memusnahkan populasi predator dan serangga parasit, lebih toksik terhadap manusia daripada organoklorin.

c. Karbamat

Toksitasnya rendah terhadap mamalia tetapi sangat efektif membunuh insekta, degradasi cepat, tidak terakumulasi dalam system kehidupan.

d. Piretroid

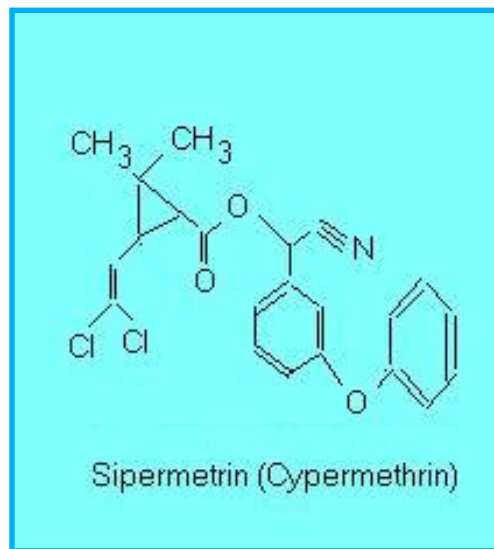
Merupakan campuran dari beberapa ester, relatif stabil terhadap sinar matahari, dapat diaplikasikan dengan takaran yang lebih sedikit, spectrum pengendaliannya luas, tidak selektif, memiliki efek melumpuhkan yang sangat baik.



#### 2.5.6. Sipermetrin

Sipermetrin merupakan insektisida sintetis piretroid yang mempunyai efek racun perut dan racun kontak. Merupakan salah satu bahan aktif yang digunakan dalam formulasi obat nyamuk aerosol (Kusumaningtiar dan Angeliana, 2011). Nama dagang dari cypermethrin antara lain Ripcord 10 EC, Cymbush 25 EC dan Barricade. Cypermethrin berwujud cairan kental, berbau menyengat, relatif tidak menguap, stabil terhadap panas, dan larut dalam pelarut non polar (aseton, alkohol, xylene, dan khloroform), serta mempunyai kelarutan yang rendah dalam air (0,009 ppm) (Haryati, 2006). Sipermetrin memiliki nama kimia alpha-cyano-3-phenoksi-benzil cis, trans-3-(2,2-diclorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanekarboksilat. Rumus molekul sipermetrin adalah  $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$ , berat molekul 416,30 dan senyawa sianida sebagai zat aktif insektisida (Anonymous, 1997)

*Sipermetrin* adalah senyawa sintetis terutama digunakan sebagai insektisida. Pestisida (Sipermetrin) bersifat toksik, pada mamalia efek utama yang ditimbulkan adalah menghambat asetilkolinesterase yang menyebabkan aktifitas kolinergik yang berlebihan, perangsangan reseptor kolinergik secara terus menerus akibat penumpukan asetilkolin yang tidak dihidrolisis. Penghambatan asetilkolinesterase juga menimbulkan polineuropati (neurotoksisitas) mulai terbakar sampai kesemutan, terutama di kaki akibatnya kesukaran sensorik dan motorik dapat meluas ketungkai dan tangan (terjadi ataksia) (Narulita, *et. al.*, 2012).



Gambar 2. Struktur Sipermetrin

## 2.6. Kerusakan Hati dan Ginjal

Hati (hepar) merupakan kelenjar terbesar di dalam tubuh, terletak dalam rongga perut sebelah kanan, tepatnya di bawah diafragma (Gambar 3). Sekitar 70% darah pada hati disuplai vena porta, semua zat yang diabsorpsi melalui usus sampai ke hati kecuali lipid. Letak hati cocok untuk mengumpulkan, mengubah, menimbun metabolit-metabolit dan untuk menetralkan serta menghilangkan zat-zat toksik. Berdasarkan fungsinya, hati termasuk sebagai alat ekskresi. Hal ini dikarenakan hati membantu fungsi ginjal dengan cara memecah beberapa senyawa yang bersifat racun dan menghasilkan amonia, urea, dan asam urat dengan memanfaatkan nitrogen dari asam amino. Hati berfungsi mendetoksifikasi toksikan yang masuk tubuh. Zat racun yang masuk tubuh akan mengalami penetralan di dalam hati oleh fungsi hati. Senyawa racun akan dirubah menjadi senyawa lain yang sifatnya tidak lagi beracun bagi tubuh (Hartati, 2008).

Secara histologi, hati tersusun atas beberapa tipe sel, diantaranya adalah hepatosit, sel duktus biliaris dan sel vascular. Sel hepatosit merupakan 70% dari semua sel di hati dan 90% dari berat hati total. Hepatosit tersusun dalam unit-unit fungsional yang disebut asinus dan lobules. Setiap lobules memiliki sebuah vena sentral (vena terminalis) dan traktus portal yang terletak di perifer. Sel-sel duktus biliaris membentuk duktulus dalam traktus portal lobules hati. Duktulus dari lobules-lobulus yang berdekatan menyatu menjadi duktus yang menuju hilus hati. Sel vascular adalah sel pembuluh darah hati (Damjanov, 2000).

Lu (2006) menuliskan bahwa, hati merupakan organ yang sering mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan antara lain sebagian besar toksikan memasuki tubuh melalui system gastrointestinal, dan setelah diserap toksikan dibawa oleh vena porta ke hati. Beberapa kerusakan yang dapat ditemui di hati antara lain adalah nekrosis, sirosis, degenerasi dan steatosis.

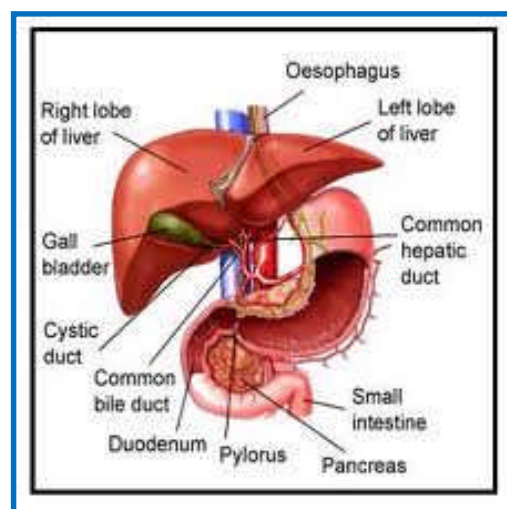
Nekrosis hati adalah kematian hepatosit, dapat bersifat fokal (sentral, pertengahan, perifer) atau massif. Biasanya nekrosis merupakan kerusakan akut. Nekrosis hati merupakan manifestasi toksik yang berbahaya namun tidak selalu kritis karena hati mempunyai kapasitas pertumbuhan kembali yang luar biasa (Lu, 2006).

Sirosis hati (SH) adalah suatu keadaan patologis yang menggambarkan stadium akhir fibrosis hepatis yang berlangsung progresif yang ditandai dengan distorsi dari arsitektur hepar dan pembentukan nodulus regenerative. Penyebab utama sirosis di Amerika adalah hepatitis C (26%), penyakit hati alkoholik (21%), hepatitis C plus penyakit hati alkoholik (15%), kriptogenik (18%), hepatitis B, yang bersamaan dengan hepatitis D (15%), dan penyebab lain (5%) Sedangkan di Indonesia terutama akibat infeksi virus hepatitis B dan C. Hasil penelitian di

Indonesia menyebutkan bahwa virus hepatitis B menyebabkan sirosis sebesar 40-50% dan virus hepatitis C 30-40%, sedangkan 10-20% penyebabnya tidak diketahui, alkohol sebagai penyebab sirosis hati di Indonesia mungkin frekuensinya kecil sekali karena belum ada datanya (Sihombing, *et. al.*, 2010).

Degenerasi hati merupakan degenerasi sel dalam bentuk hidropis karena adanya akumulasi cairan pada sitoplasma sel sehingga tampak membentuk vakuola. Kadang-kadang vakuola kecil bersatu membentuk vakuola yang lebih besar sehingga inti sel terdesak ke tepi. Secara mikroskopis terlihat bahwa sel mengandung ruang-ruang jernih yang mengelilingi inti (Cheville, 2006).

Mahmud (2006) mengemukakan bahwa steatosis atau perlemakan hati didefinisikan sebagai penumpukan lemak yang berlebihan dalam sel hati. Batasan penumpukan lemak jika : 1) jumlah lemak melebihi 5% dari total berat hati normal atau 2) lebih dari 30% sel hati dalam lobules hati terdapat penumpukan lemak. Perlemakan hati bervariasi mulai dari perlemakan hati saja (steatosis) dan perlemakan hati dengan inflamasi (steatohepatitis).



Gambar 3. Organ Hati

Ginjal secara histologi adalah organ yang bersifat kompleks dan memiliki beberapa fungsi. Manusia memiliki sepasang ginjal yang terletak di belakang perut atau abdomen. Ginjal ini terletak di kanan dan kiri tulang belakang, di bawah hati dan limpa. Masing-masing ginjal terdiri dari jutaan nefron. Masing-masing nefron terdiri dari glomerulus, tubulus dan duktus pengumpul. Sistem pengumpul kemih dan saluran kemih bagian bawah dilapisi lapisan epitel transisional yang dibungkus oleh lapisan-lapisan otot polos (Damjanov, 2000).

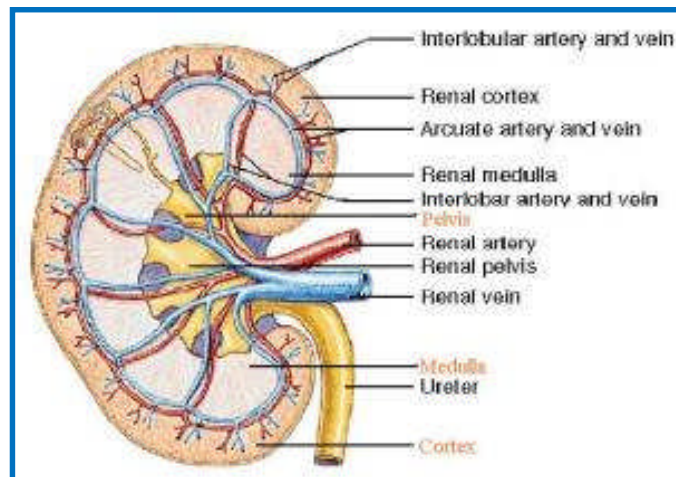
Ginjal adalah salah satu organ tubuh yang erat hubungannya dengan peredaran darah manusia. Ginjal manusia memiliki panjang kurang lebih sepuluh sentimeter. Ginjal berbentuk seperti biji kacang dan berjumlah dua buah. Masing-masing ginjal terletak di bagian kanan dan kiri tulang punggung agak ke bawah. Ginjal adalah organ tubuh yang sangat penting bagi sistem pengeluaran (ekskresi) manusia (Gambar 4).

Fungsi ginjal adalah mengeluarkan bahan dan sisa metabolisme yang tidak diperlukan oleh tubuh lagi. Ginjal membuang zat-zat yang tidak diperlukan lagi dan mengambil zat-zat yang masih diperlukan tubuh. Ginjal juga bertugas mengatur kadar air dan bahan lainnya di dalam tubuh. Kelainan fungsi kerja ginjal dapat menyebabkan timbulnya berbagai macam penyakit seperti nefritis, diabetes melitus dan batu ginjal.

Ginjal merupakan organ sasaran utama efek toksik. Fungsi utama ginjal adalah menyingkirkan buangan metabolisme normal, mengekskresi xenobiotik dan metabolitnya dan fungsi non ekskretori (Lu, 2006).

Perubahan patologi pada ginjal antara lain nefrosis, yaitu peradangan ginjal. Nefrosis dapat dibagi menjadi tubulonefrosis dan glomerulonefrosis. Tubulonefrosis disebabkan oleh perubahan epitel tubuli, misalnya degenerasi

hidropis vakuoler yang disebabkan oleh gangguan metabolisme air dan protein dalam sel, degenerasi hialin, nefrosis hipokloremik, dan sebagainya. Glomerulonefrosis adalah peradangan pada glomerulus yang disebabkan oleh gangguan pra-renal dan humoral (Ressang 1984).



Gambar 4. Organ Ginjal

### III. KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

#### 3.1. Kerangka Konsep Penelitian

Penggunaan bahan kimia berbahaya pada produk perikanan seperti ikan asin kering, semakin banyak ditemukan. Penggunaan pestisida oleh pengolah, dimaksudkan untuk menghindari kerumunan lalat, memperpanjang daya simpan ikan dan mencegah kerugian karena daya simpan produk yang lebih singkat. Pengolah tidak memikirkan akibat yang ditimbulkan terhadap kesehatan manusia oleh penggunaan pestisida.

Keberadaan residu pestisida dalam produk perikanan khususnya ikan asin kering berdampak pada ketidakamanan pangan yang apabila dikonsumsi oleh manusia dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Mengonsumsi zat kimia beracun yang sifatnya terakumulasi pada dosis rendah dalam jangka waktu lama akan menyebabkan gangguan kesehatan yang umumnya terbentuk keracunan kronis yang tidak segera terasa sehingga menimbulkan bahaya yang lebih besar.

Pestisida berbahan aktif sipermetrin dari golongan pyretroid teridentifikasi pada produk jambal roti dengan kadar melebihi BMR pestisida yang diizinkan berdasarkan SNI dan CAC. Atas dasar hal tersebut, perlu dilakukan kajian yang difokuskan pada aspek keamanan pangan penggunaan pestisida berbahan aktif sipermetrin pada produk jambal roti dari ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) meliputi kadar residu, proses pengolahan dan pemakaian sipermetrin, pengaruh paparannya terhadap tikus putih dan perlakuan yang dapat mereduksi kadar sipermetrin dalam produk. Dari penelitian ini diharapkan adanya informasi tingkat keamanan pangan produk jambal roti ditinjau dari sudut kandungan residu sipermetrin.

Penelitian ini diawali dengan survey dan evaluasi residu sipermetrin pada produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus*). Tahapan survey ini dilakukan untuk mengetahui kadar residu sipermetrin yang terkandung dalam produk jambal roti, proses pengolahan dan pemakaian sipermetrin pada tingkat pengolah. Pengambilan data melalui wawancara dengan pengolah dan pengambilan sampel jambal roti dilakukan di Kabupaten Lamongan Jawa Timur. Pemilihan wilayah ini didasarkan pada Kabupaten Lamongan memiliki potensi produksi atau pemasok sekaligus pasar yang cukup besar untuk produk jambal roti. Keberadaan PPN Brondong juga menjadikan pengolah di Kabupaten Lamongan lebih mudah dalam memperoleh bahan baku pembuatan jambal roti. Untuk mengetahui bahaya residu sipermetrin yang terdapat dalam produk terhadap kesehatan, maka penelitian dilanjutkan ke tahapan kedua. Pada tahap kedua dilakukan uji paparan residu sipermetrin terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*). Pada tahap ini, tikus putih yang digunakan sebagai hewan percobaan akan diberi paparan sipermetrin beberapa tingkatan dosis dan produk yang mengandung sipermetrin yang sudah diketahui dosisnya, secara oral. Darah tikus kemudian diambil untuk melihat kadar SGPT, SGOT, Ureum, Kretinin, dan aktivitas enzim. Organ hati dan ginjal digunakan untuk mengetahui kadar MDA dan SOD, serta digunakan untuk mengetahui gambaran histopatologi. Setelah mengetahui bagaimana bahaya dari residu sipermetrin, maka dilakukan upaya untuk menurunkan atau mengurangi kadar residu pestisida yang ada dalam produk. Upaya itu dilakukan pada penelitian tahap ketiga, dengan mencoba beberapa perlakuan yang diduga dapat mereduksi atau mengurangi kadar residu sipermetrin, seperti pencucian, perendaman dalam air panas dan pengolahan dengan cara digoreng (Gambar 5).



### 3.2. Hipotesis Penelitian

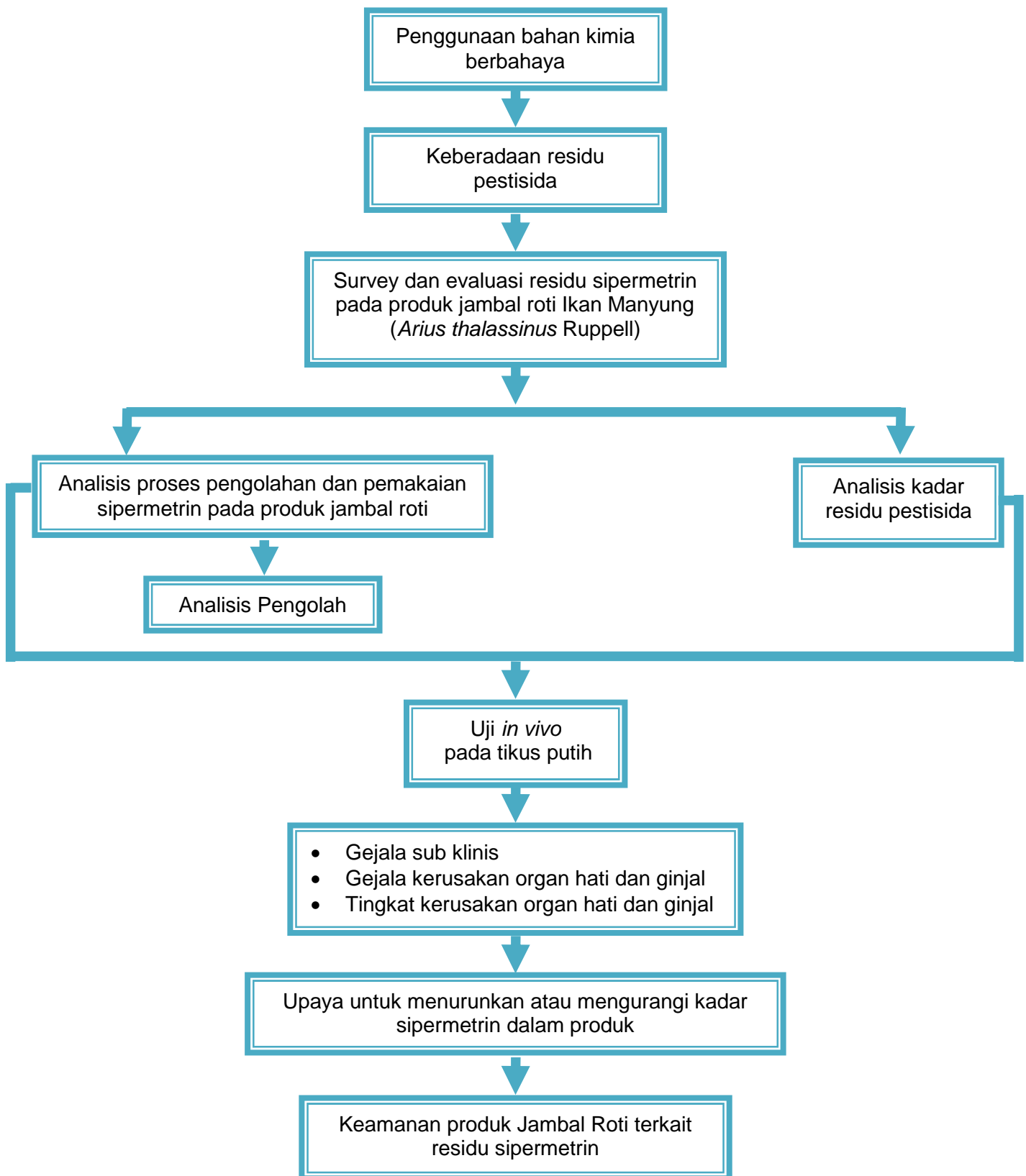
Hipotesis kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kadar residu sipermetrin yang terkandung dalam produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) telah melewati batas maksimum residu
2. Pemakaian sipermetrin dilakukan pada akhir proses pengolahan produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)
3. Terdapat pengaruh residu sipermetrin terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*)
4. Terdapat penurunan kadar residu sipermetrin dalam produk pada jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)

### 3.3. Definisi Operasional

1. Sipermetrin adalah bahan aktif insektisida golongan pyrethroid yang digunakan oleh pengolah untuk memperpanjang daya simpan produk jambal roti yang diproduksi di Kabupaten Lamongan Jawa Timur
2. Residu sipermetrin adalah akumulasi sipermetrin yang terdapat dalam produk jambal roti akibat pemakaian setelah proses produksi
3. SGPT adalah nilai *serum glutamic pyruvat transaminase* yang digunakan sebagai indikator perubahan fungsi hati
4. SGOT adalah nilai *serum glutamic oxalo transaminase* yang digunakan sebagai indikator perubahan fungsi hati
5. Kreatinin adalah produk sisa perombakan atau hasil metabolisme yang digunakan sebagai indikator untuk menilai fungsi ginjal
6. Ureum adalah hasil akhir metabolisme protein yang digunakan sebagai indikator untuk menilai fungsi ginjal

7. Kolinesterase adalah enzim (suatu bentuk dari katalis biologik) di dalam jaringan tubuh yang berperan untuk menjaga agar otot-otot, kelenjar-kelenjar dan sel-sel syaraf bekerja secara terorganisir dan harmonis. Aktivitas kolinesterase dalam darah umumnya digunakan sebagai parameter keracunan pestisida
8. MDA adalah kadar *Malondialdehid* yang digunakan sebagai indikator terjadinya stress oksidatif dalam sel tubuh
9. SOD adalah *superoksida dismutase* yang merupakan antioksidan alami dalam tubuh manusia yang dapat melindungi sel-sel tubuh dari radikal bebas



Gambar 5. Kerangka Konsep Penelitian

## IV. METODE PENELITIAN

### 4.1. Kerangka Operasional

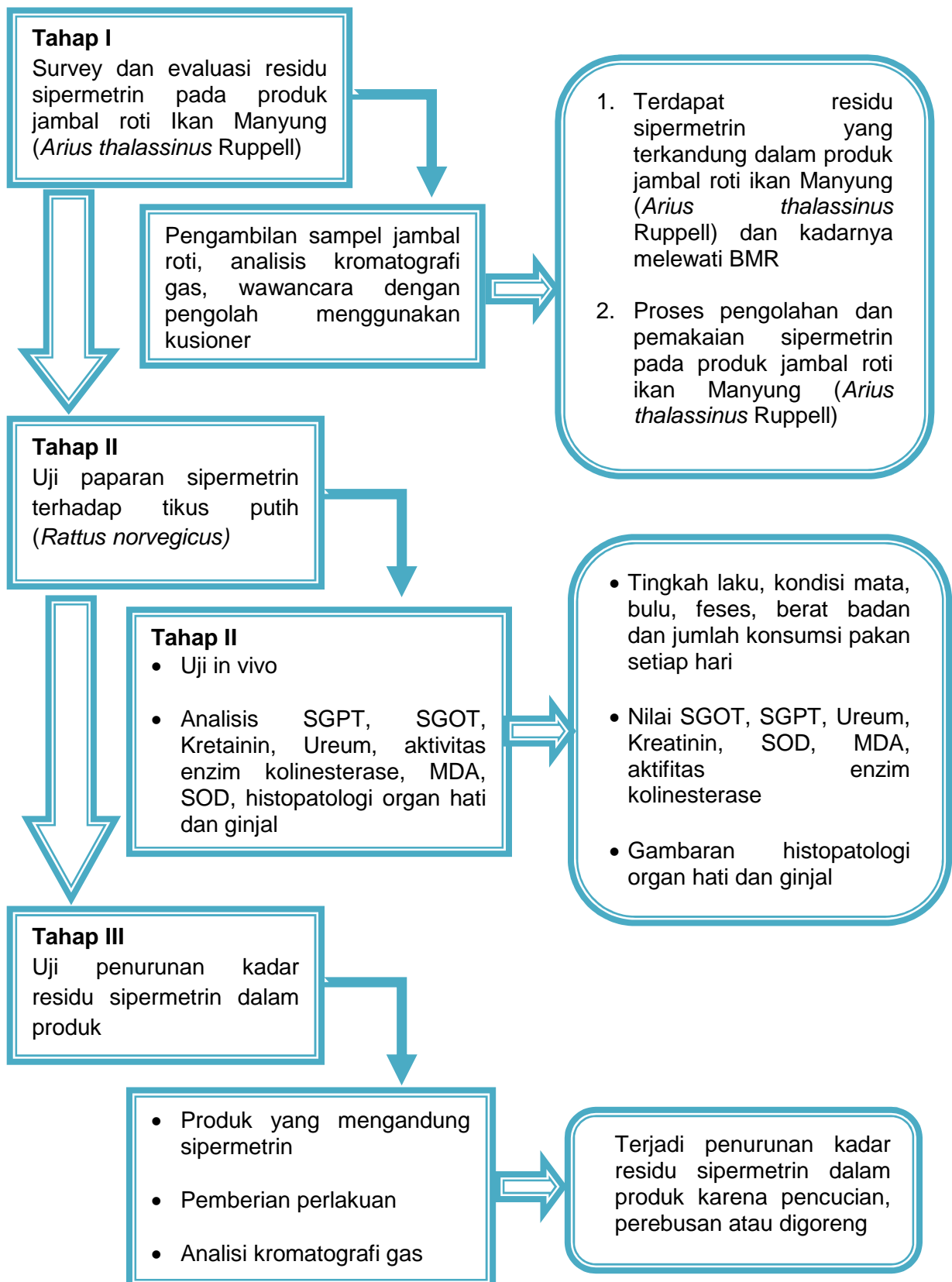
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan metode eksperimen. Metode deskriptif digunakan untuk mengetahui proses pengolahan dan pemakaian sipermetrin pada produk jambal roti. Metode eksperimen digunakan untuk menentukan kadar residu sipermetrin pada produk jambal roti, pengaruh paparan residu sipermetrin terhadap gejala sub klinis serta tingkat kerusakan organ hati dan ginjal tikus percobaan, perlakuan yang dapat mereduksi kadar residu sipermetrin dalam produk. Kerangka operasional penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.

Penelitian ini akan dilakukan dalam tiga tahap, yaitu :

1. Tahap I : Survey dan evaluasi residu sipermetrin pada produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell). Penelitian tahap I ini dilakukan untuk menjawab tujuan 1 dan 2 yang meliputi kegiatan :
  - a. Wawancara dengan pengolah jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)
  - b. Analisis kromatografi gas
2. Tahap II : uji paparan sipermetrin terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*). Penelitian tahap II ini dilakukan untuk menjawab tujuan 3 yang meliputi kegiatan :
  - a. Uji *in vivo* pada hewan percobaan tikus putih.
  - b. Analisis SGPT, SGOT, Kretinin, Ureum, aktivitas enzim kolinesterase, MDA, SOD, histopatologi organ hati dan ginjal
3. Tahap III: uji penurunan kadar residu sipermetrin dalam produk. Penelitian tahap III ini, dilakukan untuk menjawab tujuan 3. Pada penelitian tahap III ini

akan dicobakan beberapa perlakuan seperti pencucian, perendaman dalam air panas dan pengolahan dengan cara digoreng. Perlakuan yang diberikan diharapkan dapat menurunkan kadar residu sipermetrin yang ada dalam produk. Tahap III meliputi kegiatan :

- a. Pembuatan produk yang mengandung sipermetrin
- b. Pemberian perlakuan yang diduga dapat mereduksi kadar residu sipermetrin
- c. Analisis kromatografi gas



Gambar 6. Kerangka Operasional Penelitian

## **4.2. Tahapan Penelitian**

### **4.2.1. Tahap I : Survey dan Evaluasi Residu Sipermetrin Pada Produk Jambal Roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)**

#### **4.2.1.1. Latar Belakang**

Pestisida merupakan bahan kimia, campuran bahan kimia atau bahan-bahan lain yang bersifat bioaktif yang telah banyak digunakan untuk meningkatkan produksi pangan. Pestisida memiliki kemampuan membasmi hama dan penyakit. Tetapi, penggunaan pestisida tanpa mengikuti aturan dapat membahayakan kesehatan manusia, lingkungan dan merusak ekosistem, karena pemakaian pestisida, dapat meninggalkan residu.

Residu adalah sisa metabolit dari senyawaan kimiawi hasil metabolisme yang tertinggal di dalam jaringan tubuh seperti daging, telur susu atau organ tubuh lainnya. Residu dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan hewan non target ataupun manusia. Bahaya pada manusia timbul karena mengkonsumsi produk peternakan yang mengandung residu pestisida. Residu pestisida golongan organoklorin dilaporkan bersifat karsinogenik dan immunosupresi pada hewan ataupun manusia (Indraningsih, *et. al.*, 2011).

Residu pestisida semakin mendapat perhatian serius baik bagi kepentingan nasional maupun internasional dalam menghasilkan pangan yang aman. Makin meningkatnya kesadaran konsumen tentang pengaruh negatif residu pestisida bagi kesehatan, makin ketatnya persyaratan keamanan pangan (mutu produk) dan terjadinya hambatan perdagangan (ekspor).

Keberadaan residu pestisida dalam suatu produk khususnya produk perikanan seperti ikan asin kering berdampak pada ketidakamanan pangan yang apabila dikonsumsi oleh manusia dapat mengakibatkan gangguan kesehatan.

Mengonsumsi zat kimia beracun yang sifatnya terakumulasi pada dosis rendah dalam jangka waktu lama akan menyebabkan gangguan kesehatan yang umumnya terbentuk keracunan kronis yang tidak segera terasa sehingga menimbulkan bahaya yang lebih besar (Anggrahini, 1997).

Sipermetrin merupakan insektisida sintetis piretroid yang mempunyai efek racun perut dan racun kontak. Merupakan salah satu bahan aktif yang digunakan dalam formulasi obat nyamuk aerosol. Residu pestisida golongan golongan piretroid, yakni sipermetrin dapat dianalisis dan dipisahkan dengan menggunakan kromatografi gas-detektor penangkap elektron yang dilengkapi dengan kolom DB-5 (Andreas, 2011).

#### **4.2.1.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian pada tahap ini adalah :

5. Mengetahui kadar residu sipermetrin yang terkandung dalam produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)
6. Mengetahui penggunaan sipermetrin pada proses pengolahan produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell)?

#### **4.2.1.3. Tempat Penelitian**

Penelitian tahap I dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Pestisida dan Pupuk UPT Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan di wilayah produksi jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) Kabupaten Lamongan Jawa Timur.

#### **4.2.1.4. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan untuk pengambilan data pada penelitian tahap I ini adalah teknik survei dan wawancara dengan menggunakan kuesioner (Lampiran 1). Jenis pertanyaan yang diajukan dalam kuesioner dibagi menjadi



dua bagian, yaitu bagian pertama mengenai identitas responden dan bagian kedua mengenai aspek pengolahan dan pemakaian sipermetrin pada produk jambal roti. Pada penelitian tahap I juga digunakan metode eksperimen untuk mengetahui kadar residu sipermetrin yang terkandung dalam produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell).

#### **4.2.1.5. Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian tahap I meliputi produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell), aseton, diklorometana, isooktana, toluene, dietil eter, silika gel, eluen A (campuran etil asetat dan n-heksana, 0,2 : 99,8 v/v), eluen B (campuran etil asetat dan n-heksana, 10 : 90 v/v)

Alat-alat yang digunakan pada tahap ini adalah blender, rotary evaporator, kolom kromatograf RTx-1 30m x 0,25 mm, kapas atau wol kaca, kromatografi gas yang dilengkapi dengan *Electron Capture Detector*, Erlenmeyer, labu bulat, corong pemisah, timbangan, pipet.

#### **4.2.1.6. Prosedur Kerja**

##### **1. Pengambilan sampel**

Sampel adalah sebagian dari populasi yang diambil dengan menggunakan teknik sampling. Teknik sampling berguna untuk mengurangi anggota populasi menjadi anggota sampel yang representatif, meningkatkan ketelitian, dan menghemat dalam hal waktu, biaya, dan tenaga dalam penelitian (Permadi, 2008).

Jenis sampel yang diambil dalam penelitian tahap I ini adalah produk dan responden pengolah jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell). Produk jambal roti digunakan untuk penentuan kadar residu sipermetrin.

Responden pengolah digunakan untuk mengetahui proses pengolahan dan pemakaian sipermetrin pada produk jambal roti.

Teknik pengambilan sampel produk jambal roti dilakukan dengan menggunakan teknik *Accidental Sampling* (Ridwan dan Akdon, 2005). Pengambilan sampel dilakukan terhadap jambal roti yang kebetulan ada atau dijumpai di pengolah. Penentuan responden pengolah dan pedagang juga menggunakan teknik *Purposive Sampling*.

Untuk menentukan besarnya sampel yang diperlukan dalam penelitian ini, digunakan rumus Yamane *dalam* Permadi (2008) sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1}$$

Ket :

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

d = presisi yang ditetapkan

## **2. Analisis sampel**

Pengambilan data kadar residu sipermetrin produk jambal roti dilakukan melalui pengujian kromatografi gas di laboratorium. Pengujian residu pestisida mengacu pada prosedur yang ditetapkan Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan (2004) sebagai berikut :

### **1. Ekstraksi**

Sebanyak 5 g sampel jambal roti yang telah dihaluskan, dimasukkan ke dalam erlenmeyer tertutup. Ditambahkan campuran Aseton : Diklorometana (50 : 50, v/v). dibiarkan selama satu malam untuk proses ekstraksi statis. Hasil ekstraksi disaring melalui corong yang diberi kapas atau wol kaca yang telah

dibersihkan dengan campuran Petroleum Eter dan Aseton (4 : 1, v/v) selama delapan jam Soxhlet. 25 mL fase organik dipipet ke dalam labu bulat. Dipekatkan dalam *Rotary Evaporator* pada suhu tangas air 40 °C, sampai hampir kering, kemudian dikeringkan dengan menggunakan gas nitrogen. Residu dilarutkan dalam 5 mL Isooktana : Toluene (90 : 10, v/v).

## 2. Pembersihan/Pemurnian

Sebanyak 20 mL ekstrak diuapkan sampai hampir kering dengan menggunakan *Rotary Evaporator* pada suhu tangas air 40 °C. Residu dilarutkan dalam 20 mL n-Heksana sehingga mengandung 1 g cuplikan analitik. Dimasukkan berturut-turut wol kaca, 5 mL n-Heksana dan 1 g silika gel yang telah diaktifkan. Dicampur dan diaduk dengan batang pengaduk sampai merata. Dinding kolom bagian dalam dibilas dengan 2 mL n-Heksana, cairan dialirkan sampai minikusnya tepat di atas silika gel. Sebanyak 2 mL pekatan ekstrak (setara 1 g cuplikan analitik) dimasukkan ke dalam kolom bilas dengan 3 x 1 mL n-Heksana, cairan dialirkan sampai mikusnya tepat di atas silika gel. Dielusi dengan 20 mL eluen A (campuran Etil Asetat dan n-Heksana, 0,2 : 99,8 v/v). mengambil 10 mL eluat pertama (mengandung baku internal) dan membuang sisa eluat. Mengelusi piretroid dengan 35 mL eluen B (campuran Etil Asetat dan n-Heksana, 10 : 90 v/v) dan eluat ditampung dalam labu beralas bulat kemudian memasukkan 10 mL eluat pertama yang mengandung baku internal. Diuapkan dengan hati-hati sampai kering. Residu dilarutkan dengan n-Dekana hingga volumenya tepat 1 mL.

## 3. Penetapan

Sebanyak 1-2 µL ekstrak disuntikkan ke dalam kromatografi gas dengan kondisi sebagai berikut:

Kolom RTx-1, 30 m x 0,25 mm

Suhu : Injektor = 280 °C

Detektor = 280 °C

Oven = 255 °C

Gas pembawa : Nitrogen

Detektor : *Electron Capture Detector* (ECD)

#### **4.2.1.7. Parameter yang Diamati**

Pada penelitian tahap ini, parameter yang diamati adalah kadar residu sipermetrin, perilaku produsen dan proses pengolahan produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell).

#### **4.2.1.8. Analisis Data**

Data hasil analisa kromatografi diolah berdasarkan database pada alat kromatografi gas Hewlett Packard tipe HP G1800C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yazid (2005) bahwa pada peralatan kromatografi yang telah menggunakan kromatografi modern, peran pengolahan data dilakukan oleh suatu alat pengolah data. Informasi ini dapat dimanfaatkan dalam analisa kualitatif dan analisa kuantitatif.

Analisa kualitatif dilakukan dengan membandingkan waktu retensi antara komponen zat uji dengan larutan baku pembanding. Bila waktu retensi zat uji dan baku pembanding sama berarti kedua senyawa identik. Tujuan dari analisa kualitatif yaitu untuk mengidentifikasi komponen zat uji.

Analisis kuantitatif bertujuan untuk penetapan kadar pada komponen zat uji. Analisa kuantitatif dapat dilakukan dengan membandingkan luas area puncak komponen zat uji dengan luas area baku pembanding. Jumlah residu yang

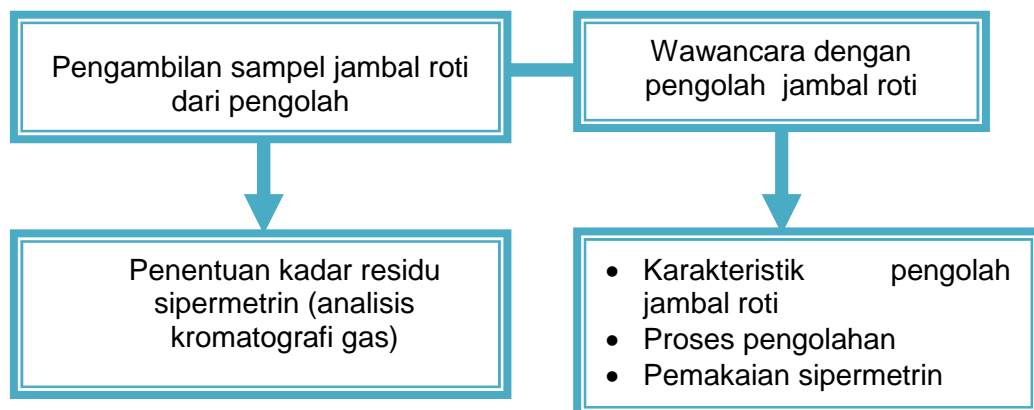
terkandung didalam sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut (Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2004).

$$R = \frac{\frac{A_2}{A_1} \times V_{i1} \times K \times \frac{V}{V_{i2}}}{W}$$

Keterangan :

- R = Residu pada sampel (mg/kg)
- $A_2$  = Luas area sampel
- $A_1$  = Luas area standar
- $V_{i1}$  = Volume injeksi standar (μl)
- $V_{i2}$  = Volume injeksi sampel (μl)
- K = Konsentrasi larutan standar (ng/μl)
- V = Volume akhir konsentrasi (μl)
- W = Berat contoh (g)
- ng/g = 1000 = mg/kg

Data perilaku produsen jambal roti akan dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program komputer *SPSS 20 for windows*.



Gambar 7. Alur Penelitian Tahap I

#### **4.2.2. Tahap II : Uji Paparan Sipermetrin terhadap Tikus Putih (*Rattus norvegicus*)**

##### **4.2.2.1. Latar Belakang**

Tikus putih adalah binatang asli Asia, India, dan Eropa Barat, termasuk dalam keluarga rodentia, sehingga masih termasuk kerabat dengan hamster, gerbil, tupai, dan mahluk pengerat lainnya. Tikus putih sering digunakan sebagai sarana penelitian biomedis, pengujian dan pendidikan. Kaitannya dengan biomedis, tikus putih digunakan sebagai model penyakit manusia dalam hal genetika. Hal tersebut karena kelengkapan organ, kebutuhan nutrisi, metabolisme, dan bio-kimia-nya cukup dekat dengan manusia. Tikus putih yang dimaksud adalah seekor tikus dengan seluruh tubuh dari ujung kepala sampai ekor serba putih, sedangkan matanya berwarna merah jambu. Jenis tikus putih yang sering digunakan untuk penelitian adalah *Rattus norvegicus* (Muhammad, 2011).

Lever atau hati adalah organ vital yang memiliki peran besar dalam sistem pencernaan, biosintesis, metabolisme energi, pembersihan sampah tubuh, dan pengatur sistem kekebalan tubuh. Bila ada bahan-bahan mengandung toksik atau racun, hati akan bekerja sangat keras untuk menetralkannya. Cara kerja seperti ini menyebabkan hati mudah terkena racun, sehingga hati gampang rusak. Melihat fungsi hati yang sangat luas dan kompleks, maka banyak test laboratorik faal hati yang dapat digunakan. Salah satu test faal hati yaitu dengan mengukur kadar SGOT (Serum Glutamat Oxaloasetat Transaminase) dan SGPT (Serum Glutamat Pyruvat Transaminase), kadar SGOT dan SGPT akan meningkat bila ada kerusakan pada hati. Pengukuran SGOT dan SGPT adalah salah satu indikasi gangguan metabolik karena aktifitas radikal bebas (Hozaimah, 2007).

Organ lain yang juga sangat berperan penting adalah ginjal. Organ ini terletak pada kedua sisi di bagian belakang dari pinggang. Untuk melihat adanya indikasi gangguan pada ginjal, dilakukan pengukuran ureum dan kreatinin darah.

Kadar superoxid dismutase (*SOD*) dan malondialdehid (*MDA*) dapat dipakai sebagai biomarker biologis untuk menilai stress oksidatif. Kolinesterase adalah enzim (suatu bentuk dari katalis biologik) di dalam jaringan tubuh yang berperan untuk menjaga agar otot-otot, kelenjar-kelenjar dan sel-sel syaraf bekerja secara terorganisir dan harmonis. Jika aktivitas kolinesterase jaringan tubuh secara cepat sampai pada tingkat yang rendah, akan berdampak pada Bergeraknya serat-serat otot secara sadar dengan gerakan halus maupun kasar.

#### **4.2.2.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian pada tahap ini adalah mengetahui pengaruh paparan sipermetrin terhadap tikus putih (*Rattus norvegicus*).

#### **4.2.2.3. Tempat Penelitian**

Penelitian tahap II direncanakan akan dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Faal, Laboratorium Patologi Klinik dan Laboratorium Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dan di Laboratorium Patologi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

#### **4.2.2.4. Metode Penelitian**

Pada penelitian tahap II digunakan metode eksperimen. Metode eksperimen pada tahap ini mengikuti pola rancangan acak lengkap (Gaspersz, 1991) tujuh perlakuan paparan sipermetrin dengan dosis yang berbeda yaitu : A (tanpa sipermetrin), B (sipermetrin 0,05 mg/kg), C (sipermetrin 0,60 mg/kg), D (sipermetrin 1,10 mg/kg), E (sipermetrin 1,60 mg/kg), F (sipermetrin 2,15 mg/kg), dan G (tepung ikan yang mengandung sipermetrin). Penentuan dosis ini

mengacu pada BMR pestisida sipermetrin dan metabolitnya berdasarkan SNI 7313:2008. Juga mengacu pada kadar residu sipermetrin yang diperoleh pada studi pendahuluan.

#### **4.2.2.5. Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian tahap II meliputi sipermetrin (SIGMA), tikus percobaan, aquabidest, pakan, reagen SGOT dan SGPT terdiri dari reagen 1 yaitu TRIS pH 7.5, L-Aspartate (GOT), L-Alanine (GPT), Malate Dehydrogenase (MDH), dan Lactate Dehydrogenase (LDH), reagen 2 yaitu 2-Oxoglutarate dan NADH, reagen Ureum terdiri dari reagen 1 yaitu Phosphate Buffer pH 7.0, Sodium Salicylate, Sodium Nitroprusside, EDTA, reagen 2 yaitu Phosphate Buffer pH <13 dan Sodium Hypochlorite, reagen 3 yaitu urease. Untuk kreatinin yaitu Trycarboxilic Acid (TCA) dan Sodium Hydroxide, organ hati dan ginjal, NaThio, HCl, PBS, Xantine, Xantine Oksidase, NBT, formalin 10%, Hematoksilin, Alkohol asam 1%, Eosin 1 %, Alkohol 70, 80, 96 % dan Alkohol absolute, Xylol.

Alat-alat yang digunakan antara lain gelas objek, cover glass, entelan, jarum suntik, kapas, tabung reaksi, centrifuge, *needle holder*, pinset, sonde (*feeding tube*), mikropipet, pherifem pfv, thermometer, *waterbath*, Microlab 300, incubator, spektro, Tissue Tex Prosesor.

#### **4.2.2.6. Prosedur Kerja**

##### **1. Preparasi perlakuan**

Perlakuan yang akan diberikan adalah paparan sipermetrin (SIGMA) ke tikus putih dengan beberapa dosis yaitu : A (tanpa sipermetrin), B (sipermetrin 0,05 mg/kg), C (sipermetrin 0,60 mg/kg), D (sipermetrin 1,10 mg/kg), E (sipermetrin 1,60 mg/kg), F (sipermetrin 2,15 mg/kg), dan G (tepung ikan yang



mengandung sipermetrin). Pembuatan dosis-dosis tersebut dengan menggunakan rumus pengenceran  $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$ . Dari larutan stok yang konsentrasinya 100 ppm dibuat dosis sesuai perlakuan sebagai berikut :

Untuk konsentrasi :

- a. 2,15 ppm       $= 100 \times V_1 = 2,15 \times 200 \text{ ml}$   
                          $= V_1 = 4,3 \text{ ml}$ , dicukupkan volumenya hingga 200 ml
- b. 1,6 ppm       $= 1,6 \text{ ml}$ , dicukupkan volumenya hingga 100 ml
- c. 1,1 ppm       $= 1,1 \text{ ml}$ , dicukupkan volumenya hingga 100 ml
- d. 0,6 ppm       $= 0,6 \text{ ml}$ , dicukupkan volumenya hingga 100 ml
- e. 0,05 ppm       $= 0,05 \text{ ml}$ , dicukupkan volumenya hingga 100 ml

Caranya : setelah volume tersebut dipipet, tambahkan dulu DMSO maksimal 2% selanjutnya dicukupkan dengan aquabidest sampai volume yang dibutuhkan. Misalnya untuk yang 2,15 ppm, tambahkan dulu DMSO 4 ml, setelah larut sempurna baru dicukupkan volumenya dengan aquabidest hingga 200 ml. Untuk yang volume 100 ml, cukup 2 ml DMSO.

## **2. Aklimatisasi tikus percobaan**

Sebelum digunakan sebagai hewan percobaan, tikus terlebih dahulu diaklimatisasi selama 7-14 hari. Aklimatisasi ini bertujuan untuk mengkondisikan hewan dengan suasana laboratorium, dan untuk menghilangkan stres akibat transportasi. Temperatur dan kelembaban juga harus diperhatikan. Temperatur pertahankan suhu kamar, kelembapan antara 40 – 60% (Jenova, 2009). Tikus dipelihara dalam kandang bersekat. Masing-masing sekat ditempatkan 3 ekor tikus. Tikus diberi makanan sesuai standar berupa pellet dan diberi minum aquades. Selama aklimatisasi, dilakukan pengamatan terhadap tingkah laku,

kemampuan dalam mengkonsumsi makanan, serta penimbangan berat badan yang dilakukan di awal dan akhir masa aklimatisasi (Ginting, 2008).

### **3. Perlakuan tikus percobaan**

Tikus putih yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 45 ekor tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur wistar jantan dengan berat badan antara 165-200 gram dan umur 7-8 minggu. Perlakuan akan diberikan selama 14 hari, secara oral dengan menggunakan *sonde gavage* yaitu alat suntik dengan jarum yang ujungnya telah ditumpulkan.

### **4. Pengambilan darah, organ hati dan ginjal**

Pengujian parameter dalam penelitian tahap 2, menggunakan darah, organ hati dan ginjal tikus putih. Sebelum mengambil darah, organ hati dan ginjal, tikus terlebih dahulu dibedah.

Tikus yang akan dibedah, terlebih dahulu dibius menggunakan ketamin (Lampiran ). Setelah pingsan, tikus diletakkan pada papan bedah, dan bagian ventral tikus terletak di atas. Selanjutnya dilakukan pembedahan pada daerah inguinal membentuk huruf V menggunakan gunting bedah (Lampiran ).

Darah diambil menggunakan spuit injeksi langsung dari jantung tikus setelah dibedah. Darah kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Darah dalam tabung eppendorf kemudian disentrifuse untuk diambil serumnya. Serum digunakan untuk pengujian parameter SGOT, SGPT, Ureum, Kreatinin, aktivitas enzim kolinesterase.

Organ hati dan ginjal diambil menggunakan gunting bedah. Organ hati dan ginjal yang diambil, kemudian dicuci dalam larutan *Phosphate Buffer Saline* (PBS). Organ hati dan ginjal selanjutnya diperlakukan untuk analisis MDA dan

SOD. Organ hati dan ginjal yang akan digunakan untuk pembuatan preparat histopatologi, direndam dalam formalin 10%.

Tikus putih yang telah diambil darah, organ hati dan ginjalnya selanjutnya dikubur. Seluruh tindakan yang diberikan ke tikus putih mulai dari sebelum, selama dan setelah pemberian perlakuan pada penelitian tahap dua ini diusulkan pada komisi etik penelitian kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dan telah mendapatkan Surat Keterangan Kelaikan Etik (*Ethical Clearance*) No. 175/EC/KEPK/03/2014 (Lampiran.).

#### **4.2.2.7. Parameter yang Diamati**

Parameter pengujian meliputi pengamatan gejala klinis tikus, kadar SGOT (*Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase*), SGPT (*Serum Glutamic Pyruvic Transaminase*), Ureum, Kreatinin, Kolinesterase darah, MDA (*Malondialdehyde*) dan SOD (*Superoxide Dismutase*) jaringan, histopatologi hati dan ginjal.

##### **4.2.2.7.1. Gejala Klinis Tikus**

Pada saat pemeliharaan, setiap tikus dari semua perlakuan diamati tingkah laku (aktivitas dan tidak ada tanda-tanda keracunan), kondisi mata (merah tajam dan tidak ada penyakit) dan bulu (tebal seiring masa pemeliharaan), kondisi feses (padat), berat badan dan jumlah konsumsi pakan setiap hari hingga selesai dalam waktu 14 hari. Untuk memudahkan pengamatan, satu kandang terdiri dari tiga ekor tikus yang dibedakan dengan kode tertentu pada ekornya.

Pada penelitian ini nilai konsumsi pakan harian dihitung dengan mengurangi jumlah pakan yang diberikan dalam kandang dengan sisa pakan dalam kandang tersebut kemudian dibagi dengan jumlah hari dan dibagi lagi dengan jumlah mencit dalam kandang. Nilai konversi pakan atau FCR (*food*

*conversion ratios*) dihitung setiap minggu. Nilai FCR diperoleh dari total konsumsi pakan setiap minggu dibagi dengan pertambahan berat badan tikus setiap minggu pemeliharaan.

$$FCR = \frac{\text{Konsumsi Pakan (g) per minggu}}{\text{Penambahan Berat Badan (g) per minggu}}$$

#### **4.2.2.7.2. SGOT dan SGPT**

Hewan uji diambil darahnya melalui sinus orbitalis dengan menggunakan tabung mikropipiler. Dilakukan sentrifuse untuk memisahkan sampel. Sampel darah yang telah terpisah diambil serumnya (bagian atas dari plasma darah yang telah mengendap). Sebanyak 0,1 mL serum sampel ditambahkan ke dalam 1 mL campuran empat bagian reagen 1 dan 1 bagian reagen 2 (monoreagen) yang telah diinkubasi pada suhu 37 °C. Dikocok dan diinkubasi dalam *waterbath* pada suhu 37 °C selama 1 menit. Konsentrasi sampel dibaca dengan photometer. Untuk SGPT, reagen 1 tidak menggunakan MDH.

#### **4.2.2.7.3. Ureum**

Sebanyak 0,1 mL sampel dan standar dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi. Menambahkan 1 mL reagen (campuran buffer dan urease, 100:1) ke dalam tabung sampel, standar dan blanko. Dikocok dan diinkubasi pada suhu kamar (20-25°C) selama 5 menit, kemudian ditambahkan 1 mL reagen 2. Dikocok dan diinkubasi pada suhu kamar (20-25°C) selama 10 menit. Konsentrasi sampel dan standar terhadap blanko dibaca dengan menggunakan photometer.

#### **4.2.2.7.4. Kreatinin**

Sebanyak 0,5 mL sampel dimasukkan ke dalam sentrifuse lalu ditambahkan 0,5 mL TCA. Dikocok dan disentrifuse selama 10 menit. Sebanyak 0,5 sampel supernatant dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian 0,25 mL standar dan aquabidest dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Menambahkan 0,25 mL TCA ke dalam tabung standar dan blanko. Selanjutnya menambahkan campuran reagen 1 dan reagen 2 (1:1) ke dalam tabung reaksi yang berisi sampel, standar dan blanko. Dikocok dan diinkubasi pada suhu kamar (20-25°C) selama 20 menit. Konsentrasi sampel dan standar terhadap blanko dibaca dengan menggunakan photometer.

#### **4.2.2.7.5. Kolinesterase**

Mengambil sampel serum darah 0.01 mL dan dimasukkan ke dalam tabung yang telah berisi 0.5 mL larutan indikator (BTB). ditambahkan 0.5 mL larutan ACP pada tabung dan kocok hingga rata. dipindahkan secepatnya ke cuvet dan dimasukkan ke comparator sebelah kanan. Membaca hasil sesuai waktu MATCH.

#### **4.2.2.7.6. MDA**

Sebanyak 100 mg organ dihomogenasi. Ditambahkan 1 mL aquades dan ditampung di ependorf. Ditambahkan TCA 100% 100 µL, NaThio 1% 100 µL dan HCl 1 N 250 µL, dipanaskan pada suhu 100°C selama 20 menit. Selanjutnya disentrifuse 3500 rpm selama 10 menit. Mengambil supernatant dan menambahkan aquades sampai dengan 3500 µL. Dispektro dengan Amaks (500-600 nm)

#### **4.2.2.7.7. SOD**

Sebanyak 100 mg organ dihomogenasi. Ditambahkan 1 mL PBS dan ditampung di ependorf. Ditambahkan Xantine 100  $\mu$ L, Xantine Oxidase 100  $\mu$ L dan NBT 100  $\mu$ L, diinkubasi pada suhu 30°C selama 30 menit. Selanjutnya disentrifuse 3500 rpm selama 10 menit. Mengambil supernatant dan menambahkan PBS sampai dengan 3500  $\mu$ L. Dispektro dengan Amaks (500-600 nm)

#### **4.2.2.7.8. Histopatologi Organ Hati dan Ginjal**

Proses pengerjaan preparat histopatologi organ hati dan ginjal, meliputi: proses pemotongan jaringan berupa makross, pengeblokan & pemotongan jaringan, proses deparafinisasi, proses pewarnaan (HE), dehidrasi, penjernihan (clearring), mounting dengan entelan dan deckglass.

##### *1. Proses Pemotongan Jaringan Berupa Makross*

Gross hasil bedah dimasukan ke larutan formalin 10 % (fiksasi) semalam. Jaringan dipilih yang terbaik sesuai dengan yang akan diteliti. Jaringan dipotong kurang lebih ketebalan 2-3 mm. Dimasukan ke kaset dan diberi kode sesuai dengan kode gross peneliti. Dimasukan ke larutan formalin 10 % sebelum di proses/dimasukan ke alat *Tissue Tex Prosesor*. Selanjutnya diproses menggunakan alat/mesin *Tissue Tex Prosesor* selama 90 Menit. Alarm bunyi tanda selesai.

##### *2. Proses Pengeblokan dan Pemotongan Jaringan*

Jaringan di angkat dari mesin *Tissue Tex Prosesor*. Jaringan diblok dengan paraffin sesuai kode jaringan. Jaringan dipotong dengan alat microtome ketebalan 3-5 mikron.

##### *3. Proses Deparafinisasi*

Setelah di sayat atau di potong dengan ketebalan 3-5 mikron, ditaruh dalam oven selama 30 menit dengan suhu panas 70-80 °C, kemudian dimasukan ke dalam 2 tabung larutan Xylol masing-masing 20 menit, setelah itu dimasukan ke 4 tabung alkohol masing-masing tempat 3 menit (Hidrasi), dan yang terakhir dimasukan air mengalir selama 15 menit.

#### 4. Proses Pewarnaan (HE)

- |   |             |
|---|-------------|
| a. Cat utama Harris Hematoksilin selama | 10-15 Menit |
| b. Cuci dengan air mengalir selama      | 15 Menit    |
| c. Alkohol asam 1 %                     | 2-5 Celup   |
| d. Amonia air                           | 3-5 Celup   |
| e. Cat pembanding :                     |             |
| - Eosin 1% selama                       | 10-15 Menit |

#### 5. Dehidrasi

- |                   |         |
|-------------------|---------|
| • Alkohol 70%     | 3 menit |
| • Alkohol 80%     | 3 menit |
| • Alkohol 96%     | 3 menit |
| • Alkohol Absolut | 3 menit |

#### 6. Penjernihan (Clearring)

- |         |          |
|---------|----------|
| - Xylol | 60 menit |
| - Xylol | 60 menit |

#### 7. Mounting dengan entelan dan deckglass

Biarkan slide kering pada suhu ruangan. Setelah slide kering siap untuk diamati

Pemeriksaan histopatologi organ hati dan ginjal dilakukan dengan menghitung jumlah sel normal dan sel yang mengalami degenerasi dan nekrosis di bawah mikroskop cahaya pembesaran 40x dengan bantuan video mikrometer. Perubahan hati yang diamati meliputi kejadian degenerasi dan nekrosis dari sel hati di sekitar vena porta dan vena sentralis. Perubahan ginjal yang diamati meliputi kejadian degenerasi dan nekrosis dari sel epitel tubulus ginjal di sekitar glomerulus (tubulus proksimal). Perubahan diamati dengan menghitung presentase kerusakan sel hati dan sel epitel tubulus ginjal masing-masing organ 20 lapang pandang seluas  $178 \mu\text{m}^2$  (Mustaqien, *et.al.*, 2008).

Rumus Penghitungan :

$$P (\%) = \frac{\sum KS}{\sum TS} \times 100\%$$

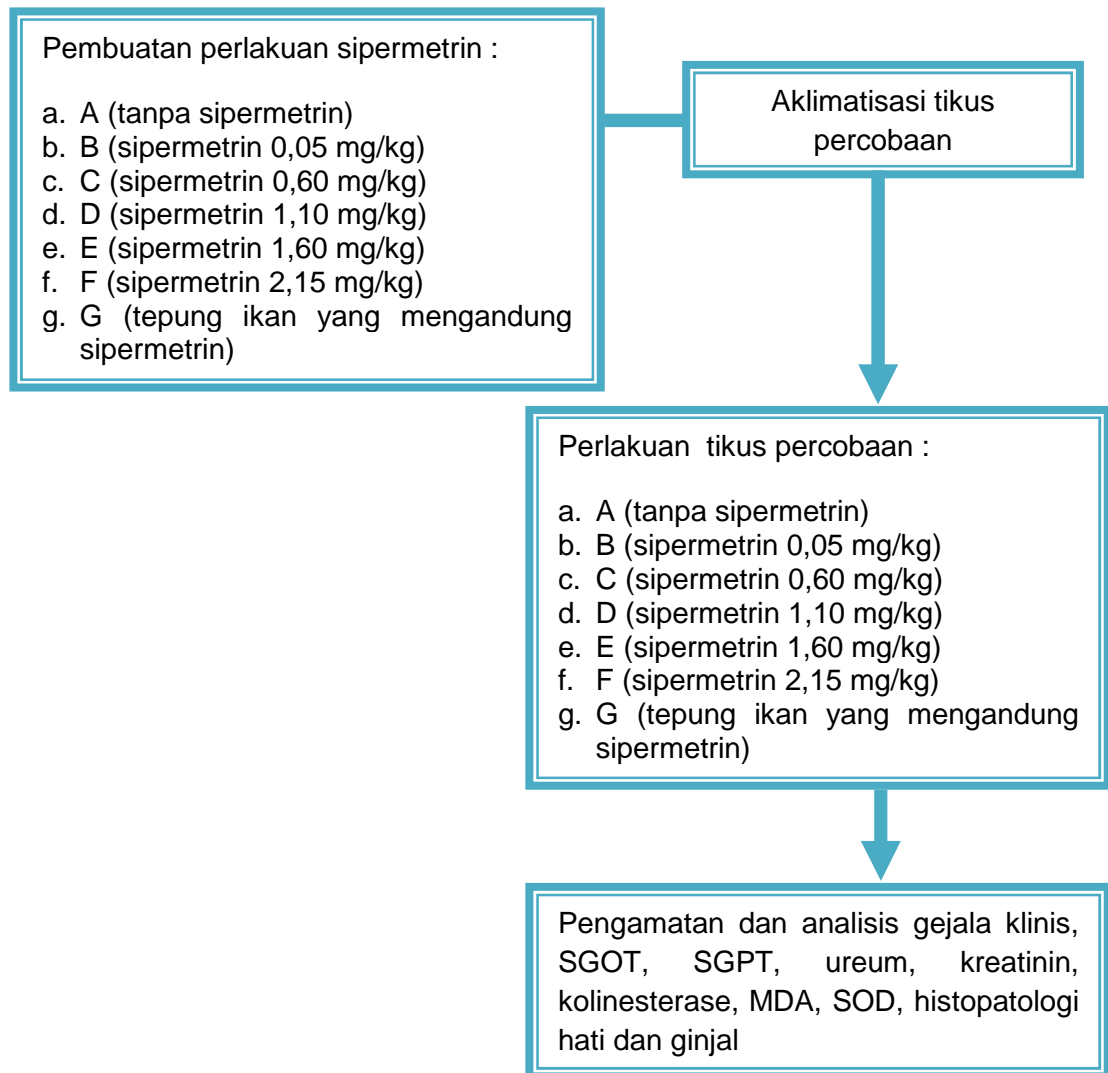
Keterangan :

- P (%) = persentase sel normal atau sel degenerasi atau sel nekrosis  
 $\sum KS$  = jumlah total sel normal atau sel degenerasi atau sel nekrosis dalam 20 lapang pandang  
 $\sum TS$  = jumlah total sel dalam 20 lapang pandang,  $\pm 2000$  sel (20 lapang pandang dikalikan  $\pm 100$  sel per setiap lapang pandang).

#### 4.2.2.8. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam pola Rancangan Acak Lengkap dan dilanjutkan uji Duncan untuk melihat pengaruh perlakuan paparan sipermetrin. Gambaran radiografi dan mikroskopis organ hati dan ginjal dianalisis secara deskriptif.





Gambar 8. Alur Penelitian Tahap II

### **4.2.3. Tahap III : Uji Penurunan Kadar Residu Sipermetrin dalam Produk**

#### **4.2.3.1. Latar Belakang**

Residu pestisida semakin mendapat perhatian serius baik bagi kepentingan nasional maupun internasional dalam menghasilkan pangan yang aman. Makin meningkatnya kesadaran konsumen tentang pengaruh negatif residu pestisida bagi kesehatan, makin ketatnya persyaratan keamanan pangan (mutu produk) dan terjadinya hambatan perdagangan (ekspor).

Keberadaan residu pestisida dalam suatu produk khususnya produk perikanan seperti ikan asin kering berdampak pada ketidakamanan pangan yang apabila dikonsumsi oleh manusia dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Mengonsumsi zat kimia beracun yang sifatnya terakumulasi pada dosis rendah dalam jangka waktu lama akan menyebabkan gangguan kesehatan yang umumnya terbentuk keracunan kronis yang tidak segera terasa sehingga menimbulkan bahaya yang lebih besar (Anggrahini, 1997). Perlu upaya untuk mereduksi atau mengeliminir kadar residu dalam produk, sehingga aman untuk dikonsumsi

#### **4.2.3.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian pada tahap ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar sipermetrin pada jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell).

#### **4.2.3.3. Tempat Penelitian**

Penelitian tahap III direncanakan akan dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan Universitas Brawijaya dan Laboratorium Pengujian Pestisida dan Pupuk UPT. Proteksi Tanaman dan Hortikultura Surabaya.

#### **4.2.3.4. Metode Penelitian**

Pada penelitian tahap III digunakan metode eksperimen. Produk yang mengandung sipermetrin akan diberi perlakuan yang diduga dapat mereduksi kadar sipermetrin dalam produk.

#### **4.2.3.5. Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian tahap III meliputi produk jambal roti Ikan Manyung (*Arius thalassinus* Ruppell) yang mengandung sipermetrin dengan kadar tertentu, aseton, diklorometana, isooktana, toluene, dietil eter, silika gel, eluen A (campuran etil asetat dan n-heksana, 0,2 : 99,8 v/v), eluen B (campuran etil asetat dan n-heksana, 10 : 90 v/v)

Alat-alat yang digunakan pada tahap ini adalah blender, rotary evaporator, kolom kromatograf RTx-1 30m x 0,25 mm, kapas atau wol kaca, kromatografi gas yang dilengkapi dengan *Electron Capture Detector*, Erlenmeyer, labu bulat, corong pemisah, timbangan, pipet.

#### **4.2.3.6. Prosedur Kerja**

Preparasi sampel meliputi pembuatan produk jambal roti ikan manyung yang mengandung sipermetrin. Menguji beberapa perlakuan yang diduga dapat mereduksi kadar sipermetrin, yaitu :

A : Dicuci dengan air yang mengalir

B : Direndam dalam air panas

C : Digoreng

D : Dicuci + Digoreng

E : Direndam + Digoreng

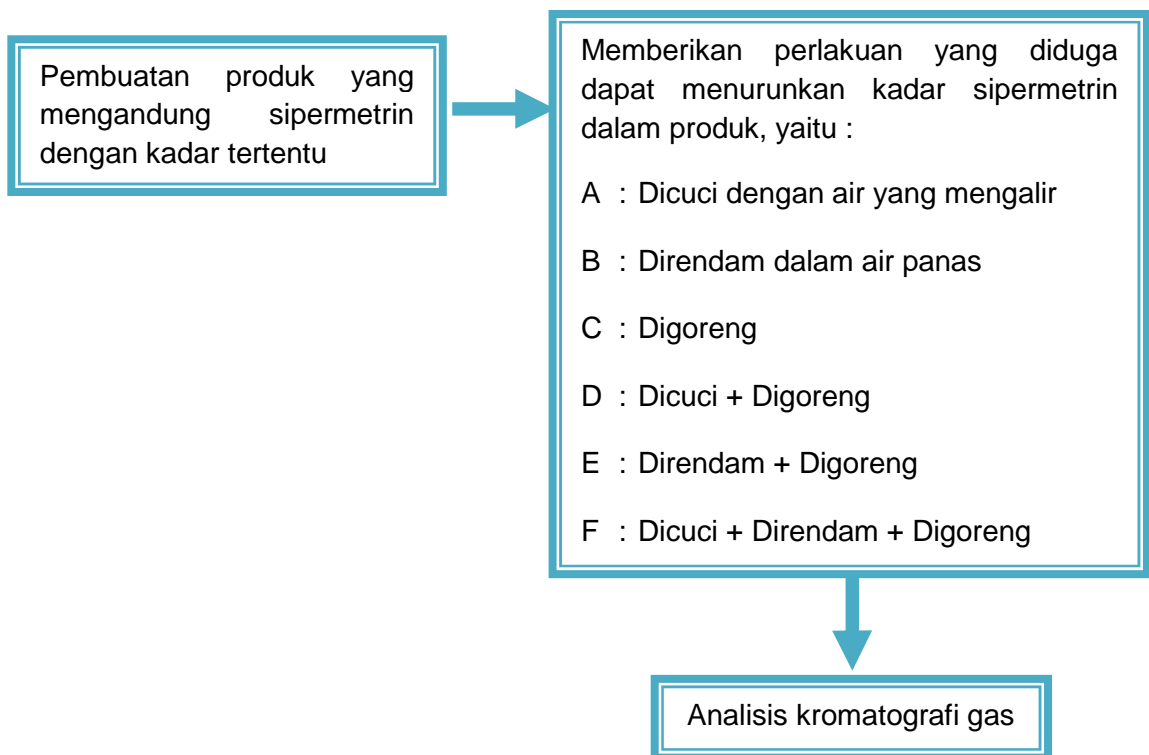
F : Dicuci + Direndam + Digoreng

#### 4.2.3.7. Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati adalah penurunan nilai kadar residu sipermetrin dalam produk.

#### 4.2.3.8. Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam pola Rancangan Acak Lengkap dan dilanjutkan uji Duncan untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap kadar sipermetrin produk.



Gambar 9. Alur Penelitian Tahap III

## DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, D. Styarini, Y. S. Ridwan, dan R. Yusiasih. 2011. ***Optimasi dan Verifikasi Kromatografi Gas untuk Penentuan Residu Pestisida***. Jurnal Teknologi Indonesia, Vol. 34 No. 1
- Adawyah, R. 2008. ***Pengolahan dan Pengawetan Ikan***. Bumi Aksara, Jakarta.
- Admin. 2010. ***Jenis-jenis Pestisida***. Online (<http://epetani.deptan.go.id/node/jenis-jenis-pestisida-1515>) Diakses tanggal 14 Februari 2012
- Afful, S., A. K. Anim and Y. S. Armah. 2010. ***Spectrum Organochlorine Pesticide Residues In Fish Samples From Densu Basin***. Research Journal of Environmental and Earth Sciences 2 (3), hal : 133-138
- Afrianto, E. dan Evi Liviawaty. 1989. ***Pengawetan dan Pengolahan Ikan***. Kanisius. Yogyakarta
- Afriyanto. 2008. ***Kajian Keracunan Pestisida Pada Petani Penyemprot Cabe Di Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang***. Thesis-UNDIP. Semarang
- Anggrahini, S. 1997. ***Aspek Keamanan Penggunaan Bahan Kimia pada Produk Pangan***. Jurnal Agritech Vol 17 No. 4, hal 1-8
- Atmawidjaja, S., D.H. Tjahjono dan Rudyanto. 2004. ***Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Residu Pestisida Metidation pada Tomat***. Jurnal Acta Pharmaceutica Indonesia Volume XXIX No. 2
- Burhanuddin, M. S. S., A. Djamali dan R. Moeljanto. 1987. ***Perikanan Komersial Di Indonesia***. LIPI. Jakarta
- Cheville, N. F. 2006. ***Introduction to Veterinary Pathology***. Iowa State Iniversity Press-AMES
- Codex Alimentarius Commision. 2011. ***Maximum Residues Limits for Veterinary Drugs In Food***. CAC
- Damjanov, I. 2000. ***Pathology Health-Related Professions: Instructors Manual***. Saunders (W.B.) Co Ltd
- Darko, G and S. O. Acquaaah. 2007. ***Levels of Organochlorine Pesticide Residues In Meat***. Int. Journal Environ. Sci. Tech. 4 (4) page: 521-524
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. ***Statistik Kelautan dan Perikanan Tahun 2005***. Jakarta

- Departemen Pertanian. 2009. **Pengawasan Keamanan Pangan**. Jakarta
- Dewan Standarisasi Nasional. 2008. **Batas Maksimum Residu Pestisida pada Hasil Pertanian**. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Diana, W. 2009. **Dampak Negatif Penggunaan Pestisida Di Lingkungan**. Online (<http://repository.usu.ac.id>) Diakses Juni 2012
- Direktur Jendral Perikanan. 2002. **Statistik Perikanan Indonesia 2002**. Departemen Pertanian. Jakarta
- Dirjen Bina Produksi Tanaman Pangan. 2004. **Pedoman Pengujian Residu Pestisida Dalam Hasil Pertanian**. Direktorat Perlindungan Tanaman. Jakarta
- Djojosumarto, P. 2008. **Pestisida dan Aplikasinya**. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Djuhandi. 1981. **Dunia Ikan**. Armico. Bandung
- FAO and WHO. 2010. **Pesticide Residues In Food And Feed**. Codex Alimentarius
- Furlani, R.P.Z., K. M. Marcilio, F. M. Leme and S. A. V. Tfouni. 2010. **Analysis of pesticide residues in sugarcane juice using QuEChERS sample preparation and gas chromatography with electron capture detection**. Journal Food Chemistry Elsevier page 1283–1287
- Gang Wu, Xiaoxia Bao, Shanhong Zhao, Jianjian Wu, Ailiang Han, and Qingfu Ye. 2010. **Analysis of multi-pesticide residues in the foods of animal origin by GC–MS coupled with accelerated solvent extraction and gel permeation chromatography cleanup**. Journal of Food Chemistry Elsevier page 646–654
- Gaspersz, W. 1991. **Metode Perancangan Percobaan**. CV. Armico. Bandung.
- Ginting, A. 2008. **Efektivitas Protein Asam Askorbat terhadap Peroksidasi Lipid pada Mencit (*Mus musculus* L) yang Dipapar Plumbum secara Intraperitoneal**. USU. Medan
- Haryati, S. 2006. **Optimalisasi Penggunaan Bawang Putih Sebagai Pengawet Alami Dalam Pengolahan Ikan Asin Jambal Roti**. Thesis-IPB. Bogor.
- Harsojo dan S. M. Chairul. 2011. **Kandungan Mikroba Patogen, Residu Insektisida Organofosfat dan Logam Berat dalam Sayuran**. Jurnal Ecolab Vol. 5 No. 2

- Hartati, K. 2008. ***Pengaruh Paparan Berulang Ikan Berformalin terhadap Kerusakan Hati dan Ginjal Mencit (Mus musculus) sebagai Media Pembelajaran Keamanan Pangan.*** Disertasi-UMM
- Hartoko. 2008. ***Keamanan Pangan.*** Online (<http://hartoko.wordpress.com/keamanan-pangan/>) Diakses tanggal 2 Desember 2011
- Hozaimah, S. 2007. ***Kadar SGOT dan SGPT pada Tikus Putih (Rattus norvegicus) Akibat Konsumsi Minyak Jelantah Bermerk dan Tidak Bermerk Dari Beberapa Kali Penggorengan.*** Thesis-UMM. Malang
- Indraningsih dan Y. Sani. 2005. ***Residu Pestisida dalam Susu Segar dan Pakan Dari Beberapa Daerah Di Jawa.*** Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Balai Veteriner. Bogor
- Indraningsih dan Y. Sani. 2006. ***Residu Pestisida dalam Jaringan Otak Sapi Perah Di Lembang, Jawa Barat.*** JITV Vol. 11 No. 1
- Indraningsih, R. Widiastuti, Y. Sani dan Yuningsih. 2011. ***Bahaya Pestisida dan Residunya pada Produk Peternakan.*** Bulletin Balitvet Edisi Khusus Penas XIII
- Isnawati, A. dan D. Mutiatikum. 2005. ***Penetapan Kadar Residu Organoklorin dan Taksiran Resiko Kesehatan pada 10 Komoditi Pangan.*** Jurnal Media Litbang Kesehatan Vol. 15 No. 2
- Jardim, A. N. O. and E. D. Caldas. 2012. ***Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food e Results from 2001 to 2010.*** Journal Food Control 25 page 607-616
- Jenova, R. 2009. ***Uji Toksisitas Akut yang Diukur dengan Penentuan LD50 Ekstrak Herba Putri Malu (Mimosa pudica L.) terhadap Mencit Balb/c.*** FK UNDIP. Semarang
- Kusumaningtiar dan D. Angeliana. 2011. ***Perbedaan Angka Fekunditas, Fertilitas dan Daya Hidup Nyamuk Aedes Aegypti pada Pemajanan Anti Nyamuk Aerosol yang Berbahan Aktif Sipermetrin.*** Thesis-UNDIP. Semarang
- Loekman, V., H. Suyani., E. Munaf dan R. Zein. 2005. ***Penentuan Sipermetrin dan Permetrin sebagai Residu Pestisida dalam Kubis secara HPLC.*** Jurnal KIMIA Andalas Vol. 11 No. 1.
- Lu, F.C. 2006. ***Toksikologi Dasar.*** UI Press. Jakarta

- Mahdi, C. 2008. **Efek paparan Formaldehid dan Suplementasi Yogurt terhadap Aktivitas Antioksidan Kerusakan Oksidatif, Profil dan Karakter Protein Jaringan Hepar Tikus (*Rattus norvegicus*)**. UB. Malang
- Mahmud, R. 2006. **Strategi Pencegahan Penyakit dan Promosi kesehatan untuk Penyakit Perlemakan Hati**. Jurnal Kesehatan Masyarakat, September 2006, I (1)
- Malole, M. B. M. dan C. S. U. Pramono. 1989. **Pengantar Hewan Percobaan di Laboratorium**. Pusat antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor
- Miskiyah dan S. J. Munarso. 2009. **Kontaminasi Residu Pestisida pada Cabai Merah, Selada, Bawang Merah (Studi Kasus Di Bandung dan Brebes Jawa Tengah serta Cianjur Jawa Barat)**. Jurnal Hort Vol. 11 No. 1, hal : 101-111
- Muhammad. 2011. **Tikus Putih atau Mencit**. Online (<http://informasiseputarduniahewan.blogspot.com/2011/10/tikus-putih-atau-mencit.html>) Diakses tanggal 17 Mei 2012
- Murtodho. 2005. **Isolasi dan Analisa Profil Peptida Dari Ekstrak Ikan Asin Jambal Roti**. Skripsi-IPB. Bogor
- Mustaqien, A., L. Hardjito, dan D. R. Agungpriyono. 2008. **Kajian Toksisitas kerang Masngur (*Atactodea striata*)**. Jurnal Penelitian Perikanan Vol. II No. 2
- Mutiatikum, D., Puji, L. S., dan Alegantina. 2002. **Analisis Residu Pestisida Piretrin dalam Tomat dan Selada dari Beberapa Pasar Di Jakarta**. Jurnal Media Litbang Kesehatan Vol XII No. 2, hal : 20-24
- Narulita, L., D. Febrinasari., D. Choir, dan Inayah. 2012. **Uji Ld 50 (Lethal Dose) Sipermetrin (Sutrin 100ec) Pada Tikus**. UMM. Malang
- Paul, A., L. Lajide., A. F. Aiyesanmi and S. Lacorte. 2012. **Residues Of Dichlorodiphenyltrichloroethana (DDT) and Its Metabolites In Cocoa Beans From Three Cocoa Ecological Zones In Nigeria**. European Journal Of Applied Sciences 4 (2), hal : 52-57
- Pazou, E. Y. A., M. Boko, C. A. M. V. Gestel, H. Ahissou, P. Laleye, S. Akpona, B. V. Hattum, K. Swart and N. M. V Straalen. 2006. **Organochlorine and Organophosphorous Pesticide Residues In The Oueme River Catchment In The Republic Of Benin**. Journal Environment International 32, page : 616-623



- Permadi, A. 2008. ***Analisis Kebijakan Pencegahan Penyalahgunaan Formalin pada Produk Perikanan (Kasus di Wilayah Barat Pantai Utara Jawa)***. Disertasi-IPB. Bogor
- Purnomo A. H., E. S. Heruwati, A. Poernomo, Murniyati, I.R. Astuti. 2002. ***Analisis Kebijakan Jaminan Mutu dan Keamanan Produk Perikanan***. Didalam Heruwati ES, Sudradjat A, dan Wardoyo SE, editor. *Analisis Kebijakan Pembangunan Perikanan 2001*. Jakarta: Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. Hal : 103-115.
- Rahayu, W. P., S. Ma'oen, Suliantari dan S, Fardiaz. 1992. ***Teknologi Fermentasi Produk Perikanan***. IPB. Bogor
- Ressang, A. A. 1984. ***Patologi Khusus Veteriner***. Percetakan Bali. Denpasar
- Ridwan, E. 2013. ***Etika Pemanfaatan Hewan Percobaan dalam Penelitian Kesehatan***. Jurnal Indon Med Assoc Volume 63 Nomor 3, hal : 112-116
- Ridwan dan Akdon. 2005. ***Rumus dan Data dalam Aplikasi Statistika***. CV. Alfabeta. Bandung
- Ridwan dan M. Brojo. 1985. ***Ikhtiologi Sistemik***. FPIK-IPB. Bogor
- Rukmanasari, R. 2010. ***Efek Ekstrak Kulit Terong Ungu (Solanum melongena L.) terhadap Kadar LDL Dan HDL Darah Tikus Putih***. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Saanin. H. 1984. ***Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan***. Jilid 1 dan 2. Bina Cipta. Bogor.
- Saenong, M. S. 2007. ***Beberapa Senyawa Pestisida yang Berbahaya***. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVIII Komda Sul-Sel,
- Said, S. 2009. ***Uji Residu Pestisida Secara Kromatografi Gas pada Ikan Asin Kering Yang Dijual Di Pasar Tradisional Makassar***. UNHAS. Makassar
- Sari, L. K., Safni dan Zilfa. 2012. ***Degradasi Senyawa Sipermetrin Dalam Insektisida Ripcord 5 Ec Secara Fotolisis Dengan Penambahan Tio<sub>2</sub> /Zeolit***. Jurnal Kimia Unand, Volume 1 Nomor 1, hal: 76-81
- Sihombing, H., M. Sihombing, D. Lindarto dan L. H. Zain. 2010. ***Hubungan Kadar Resistin Plasma dengan Resistensi Insulin pada Penderita Sirosis Hati***. Fakultas Kedokteran USU
- Sihombing, M. dan Rafliizar (2010). ***Status Gizi dan Fungsi Hati Mencit (galur Cbs-swiss) dan Tikus Putih (galur wistar) di Laboratorium Hewan***

**Percobaan Puslitbang Biomedis dan Farmasi.** Media Litbang Kesehatan Volume XX Nomor 1, hal : 33-40

Sinulingga, K. 2006. **Telaah Residu Organoklor pada Wortel *Daucus carota* L Di Kawasan Sentra Kabupaten Karo Sumatera Utara.** Jurnal Sistem Teknik Industri Vol. 7 No. 1

Statistik Perikanan Tangkap Indonesia. 2009. **Potensi Perikanan Tangkap Di Jawa Timur.** Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap DKP. Jakarta

Soemirat, Y. 2003. **Toksikologi. Lingkungan.** UGM Press. Yogyakarta

Sudarmo. S. 1991. **Pestisida.** Kanisius. Yogyakarta.

Suparmin. 2005. **Keamanan Pangan Di Indonesia.** Online (<http://www.scribd.com/tag/Presentations%20%26%20Spreadsheets?l=69>) Diakses tanggal 1 Desember 2011

Susilowati, D.R. 2006. **Analisis Residu Pestisida Sipermetrin Secara GC pada Beras C4 yang Dijual Bebas Di Pasar Di Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman Yogyakarta.** Sripsi-UII. Yogyakarta

Tarumingkeng. 2008. **Pestisida dan Penggunaannya.** IPB. Bogor

Taufik, I. dan Yosmaniar. 2010. **Pencemaran Pestisida pada Lahan Perikanan Di Daerah Karawang - Jawa Barat.** Prosiding Seminar Nasional Limnologi V tahun 2010

Yazid, F. 2005. **Kimia Fisika untuk Paramedis.** Penerbit ANDI. Yogyakarta

Zainuddin, M. 2010. **Studi tentang Teknik Pengolahan Ikan Kering di UD. Yoso Desa Jompong Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan.** Univ. PGRI Ronggolawe. Tuban

Zulkarnain, I. 2007. **Pemanfaatan Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) dengan Bubu Di Perairan Mempawah Hilir, Kabupaten Pontianak.** IPB. Bogor